

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

E.A.P. DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**El género *Zaprionus*, Coquillet 1901 (Díptera,
Drosophilidae) en el departamento de Lima**

TESIS

**Para optar al Título Profesional de Biólogo con mención en
Zoología**

AUTOR

Andrés Giovanni Sala Pérez

ASESORA

María del Pilar Hilda Suyo Titto

Lima – Perú

2015

*A mis padres, José y Blanca, por su amor eterno, su apoyo,
educación y perseverancia.*

*A mi hermano José por sus consejos y su gran apoyo de
hermandad y amistad.*

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios en primer lugar, ya que sin la fé en él no se podría haber terminado éste trabajo y mediante su iluminación poder lograr el título de Biólogo.

A mis padres, hermano y sobrino, por toda su enseñanza, sus logros, su compartir, su eterno amor y que lograron en mí ser un buen profesional.

Agradecer a toda mi familia que son un factor importante para seguir día a día superándome, a la memoria de mi abuelo Pedro Sala Valencia que me forjó desde niño los valores y esfuerzo para ser alguien mejor.

Agradecer enormemente a la Bióloga María del Pilar Hilda Suyo Titto, mi mentora y maestra, por sus grandes enseñanzas, su sabiduría en la familia Drosophilidae, mi formación, acogida en el laboratorio y su entera amistad.

A la Bióloga Norberta Martínez Luján, por sus sabios consejos, apoyo incondicional, amistad y ayuda en la revisión de la tesis.

A mi jurado de tesis, al Blgo. Jaime Vásquez, Mg. Yolanda Morante y Blga. Eliana Quispitupac; porque sin ellos este trabajo no se hubiera concluido.

Agradecer inmensamente a Max, Nico, Maryzender, Willy; ya que con su ayuda incondicional y consejos, este trabajo se pudo lograr y terminar.

Y agradecer a todos mis amigos y compañeros por su apoyo incondicional, consejos, celebraciones, para la culminación y perseverancia de la tesis.

INDICE GENERAL

Resumen	vi
Abstract	vii
1.-INTRODUCCION	1
2.-MARCO TEORICO	3
2.1 El género <i>Zaprionus</i> .	3
2.2 Distribución en el mundo de <i>Zaprionus indianus</i> .	4
2.3 Ciclo de vida y Mantenimiento en el laboratorio.	8
2.4 Comportamiento sexual.	10
2.5 Cromosomas politénicos.	11
3.-HIPOTESIS y OBJETIVOS	14
4.-MATERIALES Y METODOS	15
4.1 Materiales	15
4.2 Muestra de estudio	17
4.3 Método de colecta	18
4.4 Identificación de especies	18
4.5 Registro de datos para adaptación al laboratorio y ciclo biológico	19
4.6 Datos adicionales	20
4.7 Registro de datos para Isolineas	20
4.8 Análisis de comportamiento sexual	21
4.9 Registro de datos para cromosomas politénicos	21
4.10 Análisis de datos	22

5.-RESULTADOS	23
5.1 Determinación de especies	23
5.2 Adaptación a laboratorio	23
5.3 Ciclo de vida	25
5.3.1 Huevo	25
5.3.2 Larva	25
5.3.3 Pupa	26
5.3.4 Hembra	26
5.3.5 Macho	26
5.4 Determinación de Isolineas	27
5.5 Cromosomas politénicos	27
5.6 Comportamiento sexual	28
5.6.1 Cortejo	28
5.6.2 Cópula	29
5.6.3 Signos de rechazo	29
6.- DISCUSION	30
7.-CONCLUSIONES	34
8.-RECOMENDACIONES	35
9.-REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	36
10.- ANEXOS	44

ILUSTRACIONES Y ESQUEMAS

Figura 1. Distribución mundial de la especie <i>Zaprionus indianus</i> .	7
Figura 2. Mapa mostrando el departamento de lima con sus provincias.	46
Figura 3. Área de muestreo en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.	47
Figura 4. Área de muestreo en la provincia de Huaral.	48
Figura 5. A. Primer modelo de trampa con dos agujeros. B. Segundo modelo de trampa con varios agujeros.	49
Figura 6. Trampa colgada en árbol de plátano.	49
Figura 7. A. Trampas recogidas del campo. B. Larvas y pupas encontradas en cebo trasladadas al frasco con medio.	50
Figura 8.A. Materiales para disección. B. Localización de zona genital. C. Extracción de parte terminal del abdomen.	51
Figura 9. Medio de cultivo clásico o tradicional.	51
Figura 10. Medio de cultivo suplementado con harina de maíz.	52
Figura 11. Medio de cultivo suplementado con sémola.	52
Figura 12. Frascos de 25ml con medio de cultivo para isolineas.	53
Figura 13. Presencia de huevos en el medio de cultivo.	53
Figura 14. Cámara de cortejo.	54
Figura 15. Pareja de <i>Zaprionus</i> en cámara de cortejo.	54
Figura 16. Pareja de <i>Zaprionus</i> en frasco con medio de cultivo para comportamiento sexual.	55

Figura 17. Disección de larva para obtención de glándulas salivales.	55
Figura 18. Láminas de politénicos selladas con esmalte.	56
Figura 19. Vista lateral de macho <i>Zaprionus</i> .	56
Figura 20. Vista dorsal mostrando las franjas blanco-plateadas bordeadas por franjas negras de una hembra.	57
Figura 21. (A Y B) Fémur anterior con espinas complejas.	57
Figura 22. A. Abdomen de hembra <i>Zaprionus</i> . B. Abdomen de macho <i>Zaprionus</i> , mostrando bandas traslucidas	58
Figura 23. Huevo de <i>Zaprionus</i> .	58
Figura 24. Larva en primer estadio de <i>Zaprionus</i> .	59
Figura 25. Larva en segundo estadio de <i>Zaprionus</i> .	59
Figura 26. Larva en tercer estadio de <i>Zaprionus</i> .	60
Figura 27. Foto de pupa de <i>Zaprionus</i> .	60
Figura 28. A. Adulto hembra de <i>Zaprionus</i> . B. Ovipositor. C. Ovipositor con dientes.	61
Figura 29. A. Adulto macho de <i>Zaprionus</i> . B. Genitalia con presencia de 4 peinetas, vista ventral. C. Genitalia, vista lateral. D. Distiphallus de macho <i>Zaprionus</i> .	62
Figura 30. Cromosoma politénico de <i>Zaprionus</i> .	63
Figura 31. Cromosomas politénicos donde se muestra los puffs.	64
Figura 32. Orientación del macho al lado de la hembra.	65
Figura 33. Pateo previo a la cópula.	65
Figura 34. Intento de cópula.	66

Figura 35. Cópula.	66
---------------------------	----

Figura 36. Signo de rechazo: adultos se separan.	67
---	----

TABLAS Y GRAFICAS

Tabla 1. Tiempo de desarrollo del ciclo de vida para cada medio de cultivo.	69
--	----

Grafica 1. Comparaciones de tres diferentes medios de cultivo para adaptación al laboratorio.	69
--	----

Tabla 2. Morfometria del estado de huevo de <i>Zaprionus</i> .	70
---	----

Tabla 3. Morfometria de los 3 estadios larvales de <i>Zaprionus</i> .	71
--	----

Tabla 4. Morfometria del estado pupal de <i>Zaprionus</i> .	72
--	----

Tabla 5. Dimensiones de hembra <i>Zaprionus</i> .	72
--	----

Tabla 6. Dimensiones de macho <i>Zaprionus</i> .	73
---	----

Tabla 7. Datos estadísticos de la morfometria de cada estado del ciclo biológico de <i>Zaprionus</i> .	74
---	----

Grafica 2. Comparación a nivel de dimorfismo sexual entre macho (M) y hembra (H) de <i>Zaprionus</i> para longitudes del cuerpo.	75
---	----

Grafica 3. Comparación de dimorfismo sexual entre macho (M) y hembra (H) de <i>Zaprionus</i> para longitudes de las alas.	75
--	----

Tabla 8. Registro de huevos y puestas de isolineas para hembras silvestres de <i>Zaprionus</i> .	76
---	----

Tabla 9. Prueba estadística de isolineas.	76
--	----

PREPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO	77
---	----

RESUMEN

El género *Zaprionus* es un drosofilideo del continente africano que fue estudiado por Coquillet en 1901, la especie invasora *Zaprionus indianus* colonizó América siendo Brasil donde fue estudiada y registrada por primera vez por Vilela en el año de 1999 en cultivos de higo; desde aquellos tiempos esta especie se expandió por todo América, encontrándose en Estados Unidos, Uruguay, Ecuador, Argentina, Panamá y en Perú.

El objetivo del trabajo es el reconocimiento de la especie del género *Zaprionus* que se encuentra presente en cultivos frutales del Departamento de Lima, tomándose como puntos de muestreo a las provincias de Huaral en el fundo “camino Retes o Pampa de perros” y de Lima en el jardín ecológico de la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; y como objetivos secundarios, el aporte al conocimiento sobre la biología de este género, probando la adaptación al laboratorio con tres distintos medios de cultivo, morfometría de estados del ciclo de vida, isolineas con hembras silvestres, cromosomas politénicos y el comportamiento sexual.

La especie presente en el departamento de Lima corresponde a *Zaprionus indianus*, la cual tiene mayor adaptación en el medio de harina de maíz con 19-22 días para una temperatura de 26°C. El huevo presenta 4 filamentos, las larvas presentan tres estadios según el desarrollo de sus piezas bucales, la pupa presenta espiráculos en forma de Y con 8 tubos respiratorios para cada espiráculo, el tamaño de los adultos varían de 3,375 mm a 3,840 mm. La hembra pone un promedio de 70 huevos en todo su ciclo vital, además se observó en las larvas la presencia de cromosomas politénicos con 5 brazos y uno puntiforme y un juego cromosómico $2n=12$: Los adultos tienen una cópula que dura aproximadamente entre 3-4 minutos, y el total del comportamiento sexual dura unos 10 min aproximadamente.

Palabras clave: *Zaprionus*, cultivos, viabilidad, cromosoma politénico, cópula.

ABSTRACT

Genus *Zaprionus* is a drosophilid from African continent that was studied by Coquillett in 1901. The invasive species *Zaprionus indianus* colonized America being in Brasil where it was, first studied and recorded by Vilela in 1999 a fig crop , since that time, the species has been expanded throughout America and can be found in United States, Uruguay, Ecuador, Argentina, Panama and Peru.

The objective of this work is to recognize the species of *Zaprionus* genus present in fruit crops from Lima, taking as sample points Huaral provinces in the farm “Camino Retes o Pampa de Perros” and the Universidad Nacional Mayor de San Marcos Ecological Garden in Lima. As a secondary objective, a contribution to knowledge about biology of the genus, laboratory adaptation was testing using three different growth media, morphometry lifecycles stages, isolines with wild females, polytenes chromosomes and sexual behavior.

This species occur in Lima correspond to *Zaprionus indianus*, which has greater adaptation in a cornstarch medium with 19-22 days at 26°C, the egg has 4 strands, the larvae have three stages according to the development of their mouthparts, the pupa has Y-shaped spiracles with 8 breathing tubes for each blowhole, adult size varies from 3,375 mm to 3,840 mm. The female lays an average of 70 eggs throughout their life cycle, besides the presence of polytene chromosomes with 5-arm was observed in larvae and punctate and one set of chromosomes $2n = 12$: Adults have intercourse that lasts approximately 3- 4 minutes, and sexual behavior takes about 10 min approximately.

Word keys: *Zaprionus*, crops, viability, polytene chromosomes, intercourse.

1. INTRODUCCIÓN

Las plagas son organismos no deseados que interfieren con la actividad humana. Estos pueden destruir cultivos, ser perjudiciales a su persona, dañar propiedades o el ambiente.

Las plagas agrícolas constituyen una población de fitófagos que reducen la población agrícola, pueden ser ratas, caracoles, insectos. Un ejemplo de drosofilideo plaga es *Drosophila suzukii* Matsumura, 1931 “la mosca de la cereza”, de origen Asiático, que se encontró por primera vez en el año 1916 en Japón destruyendo cultivos de cerezas.

En el caso del género *Zaprionus* Coquillett 1901, de origen africano, no es considerado plaga para este continente, ya que no se ha presentado alta incidencia del fitófago, pues no ha causado ninguna pérdida económica en los cultivos; sin embargo ya en Brasil se ha registrado como una plaga clave para cultivo de higo ocasionando grandes pérdidas económicas para este país (Vilela, 1999).

En la actualidad se puede encontrar algunas nuevas especies que han colonizado el continente americano, entre ellas a *Zaprionus indianus*, proveniente del continente africano y que fue descrita por Gupta en 1970 (revisado por Yassin y David, 2010), un drosofilideo con mucha capacidad de invasión que se volvió plaga en diferentes países como Brasil en donde atacó la producción de *Ficus carica* “higo” (Vilela *et al.*, 1999), produciendo pérdidas económicas cuantiosas, también se le ha reportado en Argentina (Lavagnino *et al.*, 2008), en Uruguay (Goñi *et al.*, 2001), en Ecuador se la ubicó en el noroeste del bosque Amazónico ecuatoriano, que es una de las áreas más megadiversas del mundo (Acurio y Rafael, 2009), en Estados Unidos tiene una

ocurrencia en campos de cultivos de cítricos (Van der linde *et al.*,2006), mientras que en Perú se le ha encontrado en diversas plantas y en diferentes localidades, por ejemplo en plantaciones de cítricos en Santa Ana-Junín (Suyo *et al.* 2011), plantas ornamentales en el Jardín Botánico de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Suyo y Barrientos, 2009; Suyo y Sala, 2014), en paltos en Huaral (Suyo *et al.*, 2011). La infestación y el poco estudio sobre nuevas plagas afectan directamente a los agricultores, teniendo en cuenta que actualmente el país es uno de los principales exportadores de diversos vegetales, como espárragos, palta, cítricos, café y otros.

Este hecho nos motiva a conocer la biología del género *Zaprionus*, para saber cómo es que se maneja en su ambiente y generar conocimientos sobre sus interacciones dentro del ecosistema, teniendo en cuenta su desarrollo y la adaptación de éste en su hábitat y contribuir al control de éstos drosofilideos en los cultivos donde son considerados plaga.

2. MARCO TEORICO

2.1 El género *Zaprionus*

La familia Drosophilidae es un grupo muy diverso, presente en la región neotropical; su lugar de alimentación y ovoposición es muy característica, ya que es muy selecto para cada grupo de especies; por ejemplo podemos encontrarlas en frutas fermentadas, heces de murciélago, flores, hongos (Brncic, 1957), comprende 8 géneros (Markow y O'Grady, 2006).

La familia Drosophilidae, incluye el género *Zaprionus*, éste género está compuesta de 2 subgéneros, *Zaprionus* y *Anaprionus*, por lo que se caracterizan por el número de rayas o bandas en el tórax donde el primero tiene un número par y el segundo número impar; el subgénero *Zaprionus* presenta dos grupos el *Armatus* y *Inermis*, para el primer grupo presentan una serie de espinas largas (4-6 espinas compuestas) lo que le permite el descanso del fémur cuando se flexiona la pata y para el segundo grupo presenta diferencias, como es una larga espina sobre un tubérculo (Van der Linde, 2010).

El género *Zaprionus* está compuesta por 56 especies, (Vilela *et al.*, 2001). El individuo se caracteriza por tener apenas 3-4mm de tamaño, presenta en las regiones de la cabeza y el tórax franjas de color blanco plateado bordeadas éstas por franjas de color negro, el cuerpo es de color marrón y el abdomen de color amarillo (Vilela *et al.*, 1999; Vilela *et al.*, 2001; Texeira *et al.*, 2003).

La especie cosmopolita más representativa del género es *Zaprionus indianus* (Gupta, 1970) originario de la región afrotropical y que recientemente está introducido en América (Vilela *et al.*, 2001). Fue registrado por primera vez en Santa Isabel estado de Sao Paulo (Brasil) en Marzo de 1999 (Vilela, 2000) y se ha extendido rápidamente hacia el sur de Brasil donde se ha registrado hasta en un 45% de pérdidas en cultivos de higo (De Toni *et al.*, 2001, Castro y Valente, 2001). Fue considerada una especie plaga por las autoridades agrícolas de Brasil (Vilela *et al.*, 2001).

Una nueva especie que está empezando a distribuirse por el mundo es *Zaprionus tuberculatus* Malloch, 1932; cuya presencia se registra por Europa, en Italia (Raspi *et al.*, 2014) y en Turquía donde se le ubica en distintas localidades y hábitats con gran incidencia en ellas (Patlar *et al.*, 2012).

2.2 Distribución en el mundo de *Zaprionus indianus*

El primer registro de *Z. indianus* en América fue en Brasil en el estado de Sao Paulo produciendo una pérdida económica en cultivos de *Ficus carica* “higo” (Vilela, 1999), luego se hizo más estudios y se observaron en distintos estados del país como Santa Catarina en cultivos de *Aleurites moluccana*, *Psidium guajava*, *Syagrus romanzoffiana*, *Citrus sp.*, *Averrhoa carambola*, *Solanum reitzii*. (De Toni *et al.*, 2001). También se registró en la ciudad de Porto Alegre al sur de Brasil (Castro y Valente, 2001; Da Silva *et al.*, 2005); en el estado de espírito Santo (Culik, 2004).

En Uruguay se registró en el 2000, en cultivos de *Butia yatay*, *Ginkgo biloba*, *Feijoa sellowiana*, *Butia capitata*, *Cereus sp*, *Opuntia sp* (Goñi *et al.*, 2001).

En Argentina fue registrado por primera vez (Soto *et al.*, 2006), en un parque con dos ambientes, un bosque con Urunday (*Astronium balansae*), y los pastizales. En este lugar también se encontró *Schinus molle* (aguaribay), *Anadenanthera macroearpa* (curupay), y *Lithraea molleoides* (chichita) (Soto *et al.*, 2006; Lavagnino *et al.*, 2008).

Se registró por primera vez en el oasis del desierto del norte occidental de Egipto la presencia de *Z. indianus* junto con otras especies de drosófilas, encontrándose en 3 localidades aisladas distintas como Alexandria, Bawiti y Siwa (Yassin y Abou-Youssef, 2004).

Se reportó en Iraq, en localidades como: Shatt Al-Arab presentes en cultivos de *Ziziphus zizyphus* (Azufaifo); *Phoenix dactylifera* (palmera); *Vitis vinífera* (uva); *Ficus carica* (higo) y Musa sp (plátano), donde se encontró en abundancia en las tres plantaciones; en Omm Qaser con sustratos limitados para *Ziziphus zizyphus* (Azufaifo) y *Phoenix dactylifera* (palmera); en Az Zubayr se ubicó en *Ziziphus zizyphus* (azufaifo), *Phoenix dactylifera* (palmera) y *Ficus carica* (higo); por último en Karmet Ali en cultivos de *Ziziphus zizyphus* (azufaifo), *Phoenix dactylifera* (palmera), *Ficus carica* (higo), y *Vitis vinífera* (uva). (Al T'Oma y Van der linde, 2010)

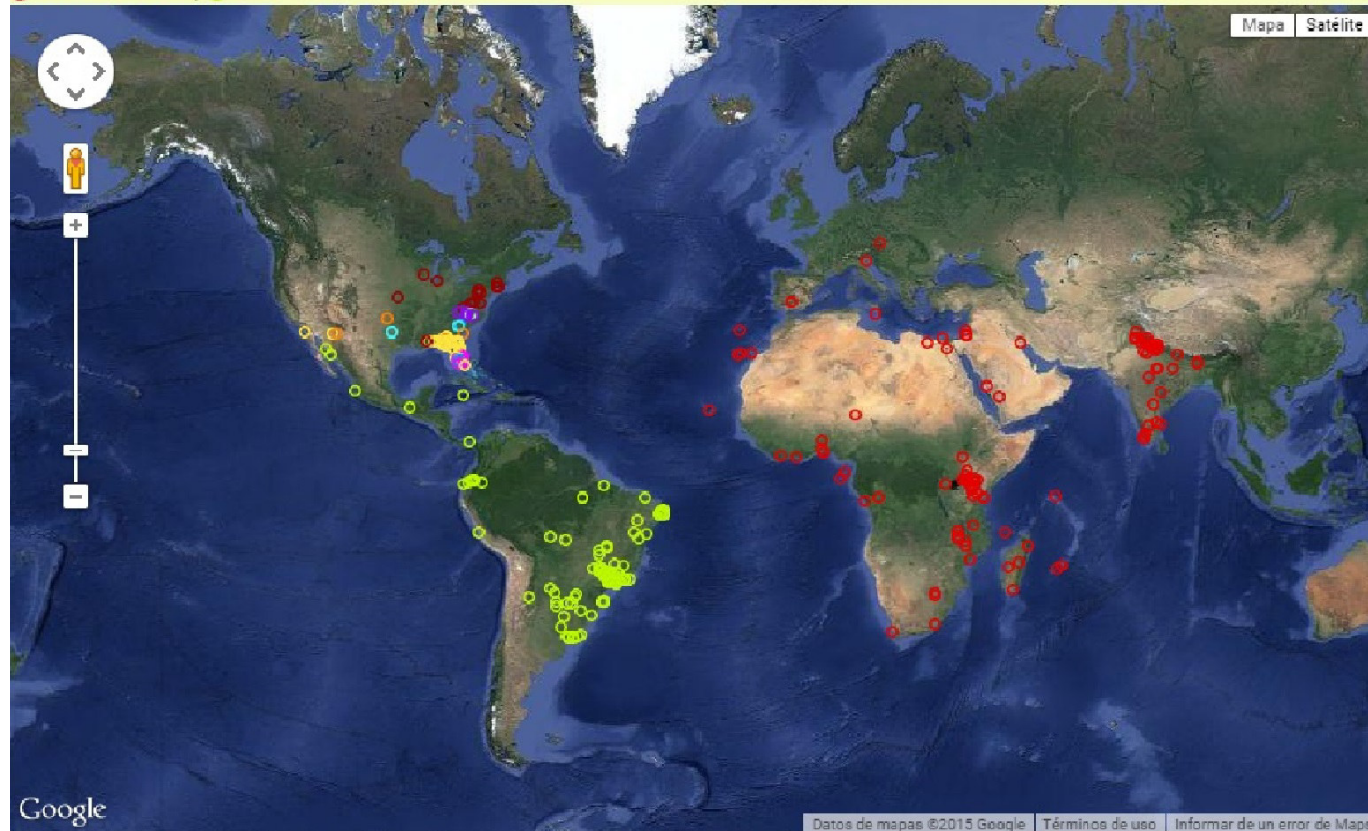
En Estados Unidos de Norteamérica se registró por primera vez en Florida en el 2006, en cultivos de *Annona glabra* (nativa del lugar), *Psidium guajava*, *Psidium cattleianum*, *Arbutus hexapetalus*, *Malpighia emarginata*, *Eugenia uniflora*, *Dimocarpus longan*, *Anacardium Occidentale*, *Punica granatum*, *Phoenix* sp., *Citrofortunella microcarpa*, *Citrus sinensis*, *Citrus aurantium*, *Citrus paradisi*, *Fortunella* sp. y *Eriobotrya japonica*. (Van der Linde *et al.*, 2006; Castrezana, 2007).

En Panamá, en la Isla Contadora, se reportó para cultivos de *Dimocarpus longus* y *Malpighia emarginata* (Van der Linde *et al.*, 2006; Castrezana, 2007).

En Ecuador, se encontró a *Z. indianus* en muestreos de 4 provincias como Manabí, Esmeraldas, Imbabura y Pichincha, en frutales como guayaba (*Psidium guajaba*), caqui (*Diospyrus kaki* L.), naranja (*Citrus sp.*), durazno (*Prunus pérsica*) y otros. (Rafael, 2007; Acurio y Rafael, 2009).

Para el Perú se han encontrado en Lima (en el jardín ecológico de la UNMSM, Huaral, Huacho); en Tumbes sobre cultivos de plátano, naranja, tuna, palto, maracuyá. (Suyo *et al.*, 2009, 2011, 2014). (Figura 1)

If you have new locations, please e-mail me at: kim@kimvdlindle.com
 Dark Red = USA 2012; Lime = USA 2011; Purple = USA 2010; Light Blue = USA 2009; Blue = USA 2008; Orange = USA 2007; Yellow = USA 2006; Pink = USA 2005;
 Red = Old world; Green = South America



FUENTE: KIM VAN DER LINDE WEB PAGE

Figura 1. Distribución mundial de la especie *Zaprionus indianus*.

2.3 Ciclo de vida y Mantenimiento en el laboratorio

La familia Drosophilidae está presente en muchas regiones del mundo y especialmente también se le ubica en la región neotropical. Su lugar de alimentación y oviposición es muy característico en este grupo porque es muy selecto, lo podemos encontrar en frutas y frutos fermentados, heces de murciélago, flores, hongos.

La relación que presenta este grupo con su medio donde se reproducirá es esencial, es por eso que su diversidad es muy variada, ya que se encuentran presentes en diferentes hábitats; el más conocido es *Drosophila melanogaster* que es el insecto mayormente usado en todas las ramas de la biología, llamado “mosca del vinagre”, que es colectado fácilmente por el estímulo que presenta la fermentación de los cítricos que son usados como parte de la trampa y luego llevado al laboratorio y adaptarlo a él. También se puede producir distintos tipos de cebos para estos drosophilideos estimulados por la fermentación de ciertas frutas (Gottschalk *et al.*, 2003); pero en la familia no solo son atraídas y ovipositan en frutas maduras, sino que también tienen algunas especies como lugar de ovoposición las flores, como *Drosophila lutzii* y *Drosophila flexa*, que son individuos que necesitan estrictamente de flores como hábitat (Betti *et al.*, 2008).

Para poder lograr un buen desarrollo de los individuos en estudio, se les debe adaptar al laboratorio, dándoles factores favorables para dicho cometido, para ello se les coloca en un medio de cultivo casero tradicional para drosofilas, que es una dieta usada para el desarrollo larval y alimentación del adulto a base de levadura, plátano, agar, agua (Nava *et al.* 2007), este medio presenta una consistencia suave que favorece la puesta de huevos, desarrollo larval y la

reproducción. También se ha estado ajustando un suplemento al medio de cultivo para poder enriquecerlo y darle una buena complementación nutricional para las larvas de drosófila, donde se hace uso de copos de papa o puré de papa, destacando que es un medio fácil y económico para el mantenimiento de moscas, pero pone como observación que no es de uso para fines experimentales. (Dueñas *et al.* 2002)

Estudios realizados de adaptación al laboratorio para observar el ciclo de vida de *Zaprionus*, presenta una duración de incubación 1,0 a 1,5 días; periodo larval de 8 a 13 días; y periodo pupal de 4 a 9 días. Para el tiempo de longevidad de *Zaprionus* en estado adulto, se diferenció mediante el medio de cultivo, es decir, según esté suplementada o no, lo que se obtuvo tiempos de 24 a 83 días para la suplementada y de 21 a 91 días sin suplementación, la prueba fue realizada en el laboratorio con una temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$. (Teixeira *et al.* 2003).

Otros trabajos donde también se midieron el tiempo del ciclo biológico de *Zaprionus*, en la que trabajaron con distintas temperaturas (18, 20, 22, 25, 28, 30, 32 °C); se obtuvieron diferencias, pero no muchas en el incremento de estas temperaturas, es decir, que a bajas temperaturas (18 °C) se tiene una duración máxima de días a comparación de temperaturas mayores (28, 30, 32°C) donde la tendencia de duración de días es corta y va tornándose constante (Nava *et al.* 2007).

2.4 Comportamiento sexual

El aislamiento reproductivo significa diferencias en el contingente genético colectivo de cada una de ellas, por la que se genera la formación de razas y especies, el comportamiento sexual representa una de las primeras etapas detectables de la separación de una población o de una especie en unidades diferentes. El comportamiento sexual se caracteriza por los distintos movimientos o actos que pueda presentar los individuos de las distintas poblaciones para obtención de la cópula, es decir, que antes existe una preferencia de uno o más individuos de la población antes de la cópula, producido por un ritual de galanteo o cortejo, que es un intercambio de estímulos y respuestas tanto en el macho como en la hembra.

El ritual de cortejo también es considerado como un rasgo taxonómico específico del mismo modo que se presentan los caracteres morfológicos y fisiológicos. Se postula que a mayor semejanza de cortejo o galanteo, mayor es la relación filogenética. Las incompatibilidades que se presentan a nivel de sistemas genéticos impiden la formación de híbridos o determinan su infertilidad. (Spieth, 1952)

En el modelo *Drosophila*, un estudio con diferentes líneas de *D.melanogaster*, *D. willistoni* y *D.prosaltans*, se observó ciertas diferencias en el desarrollo de algunas fases de cortejo, representando una de las primeras etapas de la divergencia evolutiva de las razas o poblaciones relativamente aisladas.

En *Drosophila* el patrón de cortejo consta de varias etapas, cuya fase final es la cópula o inseminación que puede ser interrumpida en las etapas previas a la cópula.

A nivel práctico, en el laboratorio existen algunas dificultades como la intensidad de luz presente, es por eso que en el trabajo de Spieth y Hsu (1950) usan la influencia de la luz para el apareamiento de 7 especies del Grupo *melanogaster* donde se describe el cortejo de *D. montium*, además, encuentran que *D. ananassae*, *D. montium*, *D. takahashii* y *D. melanogaster* cortejan independientemente de la presencia o no de la luz, a diferencia de *D. simulans* que si es inhibida por la falta de luz, a pesar de ser una especie muy emparentada a *D. melanogaster*, sin embargo, se observa que para *D. ananassae* parece ser óptimo un ambiente de poca luz, ya que la luz del microscopio estereoscopio le produce irritación inhibiendo el cortejo.

En Perú se logró observar y comparar los tipos de cortejo entre *D. ananassae* y *D. kikkawai*, y establecer su relación. (Suyo y Rafael, 1978).

2.5 Cromosomas politénicos

Las células de las glándulas salivales de los insectos, en especial de los dípteros, presentan una interfase permanente en sus núcleos. Durante el crecimiento y desarrollo de las larvas, la división celular se detiene en algunos tejidos pero las células continúan su crecimiento por incremento de volumen que lleva a la producción de cromosomas constituidos por varios cientos o aún miles de hebras, mediante el proceso llamado de politenización, donde los cromosomas incrementan tanto su longitud como su diámetro.

Aparte del gran tamaño que muestran, también presentan otras dos características; en primer lugar, los cromosomas homólogos están asociados entre sí en toda su extensión, denominado apareamiento somático, que es propia de la mitosis presente en dípteros.

La otra característica peculiar es que los cromosomas muestran un patrón particular de bandeo transversal que consiste en zonas más oscuras, llamadas bandas, que alternan con zonas claras, llamadas interbandas; aunque también pueden aparecer una serie de puntos.

Hay aproximadamente 5000 bandas y 5000 interbandas en total en el genoma de *Drosophila melanogaster*, pues ya que el patrón de bandeo que presentan los cromosomas politénicos es un reflejo constante de las secuencias de ADN, estos sirven como marcadores para localizar varias características genéticas como lugar de los genes o cambios en el genoma debido a reordenamientos cromosómicos, por ejemplo deleciones, duplicaciones de bandas y translocaciones, homólogos o si se hacen híbridos entre especies pueden delatar una inversión durante el proceso de especiación, los que son utilizado para los diversos estudios genéticos y evolutivos. (Lewis, 1954; Thomas Jr., 1971).

Drosophila melanogaster presenta en sus cromosomas politénicos cuatro brazos largos y uno pequeño, ya que dos miembros del complemento haploide de esta especie son metacéntricos (los cromosomas II y III) y dos son acrocéntricos (cromosoma sexual X o Y y el cromosoma IV). Estos cromosomas pueden ser distintos para los diferentes géneros que presenta la familia, por ejemplo, el género *Zaprionus*, donde *Zaprionus indianus* al elaborarse el fotomapa del cromosoma politénico se muestra que el patrón del cromosoma es de cinco brazos largos y que presenta un sexto de menor tamaño, en el cariotipo se mostró que son cinco pares de acrocéntricos y un par de cromosomas puntiformes, toman en cuenta que se observa el mismo patrón en todas las especies del género *Zaprionus*. (Sciandra, 1973; Hatch y Jeffery, 1992)

En esta investigación se dio a conocer que el par I vendría a ser el cromosoma sexual y luego los demás se denominan par II, III, IV, V y VI este último vendría a ser el puntiforme (Campos *et al.*, 2007).

Trabajos realizados para la obtención de cromosomas politénicos en el género *Zaprionus* por primera vez fue el año 1978 por Pasteur, que dio como resultado, cinco brazos largos y un sexto puntiforme, observándolos en especies de grupos pertenecientes al género como el grupo *inermis*, grupo *tuberculatus*, y el grupo *vittiger*, dio a conocer la relación filogenética que tiene este género africano con el grupo *immigrans* del género *Drosophila*.

El primer mapa cromosómico politénico del género *Zaprionus*, fue de *Z. indianus* que fue publicado junto con la localización de las regiones organizadoras del nucléolo en el cromosoma X y en el par puntiforme, además de la identificación de una inversión paracéntrica en el cromosoma II (Gupta y Kumar, 1987).

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

- **Objetivo general**

Determinar las especies de *Zaprionus* de las provincias de Lima y Huaral.

- **Objetivos específicos**

- Adaptar los especímenes colectados al laboratorio mediante diferentes medios de cultivos: medio clásico, medio suplementado con harina de maíz y medio suplementado con sémola.
- Determinación del ciclo biológico de *Zaprionus*.
Huevo: morfología, dimensiones.
Larva: morfología, dimensiones, cromosomas politénicos.
Pupa: morfología, dimensiones.
Adulto: morfología, dimorfismo, comportamiento sexual.
- Caracterizar morfológicamente las especies de *Zaprionus* de Lima.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.1 Material biológico.

Individuos del género *Zaprionus* colectadas en las provincias de Lima y Huaral.

4.1.2 Material de laboratorio.

- ALGODÓN
- BEAKERS
- BOTELLAS DE PLÁSTICO
- CUADERNO
- ESTILETES ENTOMOLÓGICOS
- FRASCOS DE VIDRIO
- GASA
- GUANTES DE LATEX
- LÁMINAS
- LAMINILLAS
- LAPICERO
- LENTES DE PROTECCIÓN
- MASCARILLAS
- PABILO
- PINZAS ENTOMOLÓGICAS
- PIPETAS
- PLACAS PETRI
- PLUMONES MARCADORES
- PROBETAS
- TUBOS DE 25 mL
- VIALES

4.1.3 EQUIPOS

- BALANZA ANALÓGICA “OHAUS”
- CÁMARA FOTOGRÁFICA “SONY Cyber-SHOT DSC-TX30” 18,2mp
- COCINA ELÉCTRICA
- MICROSCOPIO ESTEREOSCOPIO “ALPHAOPTICS GL6545TI”
- ESTUFA “Mettler”
- GPS 72H “GARMIN”
- LAPTOP “COMPAQ”
- MICROSCOPIO SIMPLE “LEICA DM 300”
- MICROSCOPIO ESTEREOSCOPIO “LEICA EZ4 HD”

4.1.4 PRODUCTOS QUÍMICOS

- ALCOHOL 70°
- ÁCIDO ACÉTICO
- ÁCIDO CLORHÍDRICO 1N
- ÁCIDO LÁCTICO
- ÁCIDO PROPIÓNICO
- CLOROFORMO
- ORCEÍNA
- SOLUCIÓN SALINA 0.7%

4.1.5 INGREDIENTES PARA MEDIO DE CULTIVO

- AGAR
- AZÚCAR
- HARINA DE MAÍZ
- LEVADURA
- SÉMOLA

4.2 Muestra de estudio

Los ejemplares del género *Zaprionus* fueron colectados en los distintos tipos de cultivos presentes en el departamento de Lima, las colectas se dieron colocando trampas cerradas y sin recolecta de algún fruto, en las Provincias de Huaral, en *Zea mays* “maíz” (Poaceae) (S11°28,965'W77°13,162'), árboles frutales como *Persea americana* “palto” (Lauraceae) (S11°28,969'W77°13,173'), *Pouteria lucuma* “lúcuma” (Sapotaceae) (S11°28,205'W77°13,423'), y en Lima en zona de cultivo de la UNMSM., como *Passiflora edulis* “maracuyá” (Passifloraceae) (S12°03'34,1''W77°05'13,5''), *Opuntia ficus-indica* “tuna” (Cactaceae) (S12°03'28,4''W77°05'09,9''), árboles frutales como *Musa paradisiaca* “plátano” (Musaceae) (S12°03'25,9''W77°05'10,7''), *Morus nigra* “mora” (Moraceae) (S12°03'31,0''W77°05'11,7''), y árboles de *Ficus elastica* “caucho” (Moraceae) (S12°03'25,2''W77°05'12,5''), *Euphorbia cf. candelabrum* “candelabro” (Euphorbiaceae) (S12°03'26,0''W77°05'11,6''); para el registro de datos de coordenadas se usó el GPS 72H Garmin; se usaron trampas cerradas tomadas del modelo de Medeiros y Klaczko (1999), modificadas por el Laboratorio de Genética Evolutiva de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (Figura 2, 3 y 4)

4.3 Método de colecta

Se utilizaron botellas de plástico a los cuales se les hizo agujeros pequeños de 1 - 2 cm de diámetro alrededor de la botella desde la parte media hacia abajo (Figura 5A,5B); a cada botella se colocó un cebo hecho a base de plátano, con gotas de naranja y para la fermentación se le agregó una cucharada de levadura (obteniéndose un cebo espeso); luego de introducir el cebo en las botellas éstas fueron amarradas con pabilo a árboles frutales (2 por punto) presentes en el campo a una distancia aproximada de 100m por cada punto (Figura 6), se dejaron las trampas por el lapso de una semana, pasado el tiempo estimado, las trampas fueron recogidas y llevadas al laboratorio para proceder al reconocimiento de las especies colectadas y el posterior traslado de las larvas y adultos vivos que estuviesen en el cebo a frascos con medio de cultivo.(Figura 7A, 7B)

4.4 Identificación de especies

Se procedió a la descripción taxonómica y morfológica de la especie o especies del género *Zaprionus* siguiendo las claves propuestas por Tsacas y Chassagnard (1990); se disectó la terminalia de los machos y hembras para analizar su genitalia dispuestos en solución salina al 0.7%, mediante el uso de estiletes muy finos que sirvieron para los cortes, separación de la parte final del abdomen y se retiró el tejido de éste para poder limpiar la genitalia (Figura 8A, 8B, 8C), se dejaron en solución de Hidróxido de potasio al 10% para la obtención de una mayor limpieza de la estructura a observar.

Luego se realizó el montaje en láminas portaobjetos con bálsamo de Canadá, para así reconocer las diferentes estructuras del aparato reproductor masculino como el aedeagus, hypandrium, falo y distifalus; posteriormente se hizo lo mismo para la hembra para poder observar las placas genitales y el ovipositor.

4.5 Registro de datos para adaptación al laboratorio y ciclo biológico

Para la adaptación al laboratorio de la muestra, los individuos se trasladaron mediante el uso de un aspirador, se colocaron de 4 a 5 parejas en frascos esterilizados con medios de cultivo tradicional o clásico y suplementados (harina de maíz, sémola), que se mantuvieron a una temperatura constante, con el uso de una lámpara para la cámara de incubación.

El medio de cultivo clásico se hizo con 6 gr de agar, 10 gr de levadura, 15 gr de azúcar, 475 mL de agua y 3.15 mL de ácido propiónico al que le denominamos Z1. (Figura 9)

Se usaron los mismos ingredientes para los medios de cultivo suplementados con 60gr de harina de maíz (Z2) (Figura 10) y con 60gr de sémola (Z3) para un total de 12 a 13 frascos (Figura 11). Hubo una modificación y no se tomó como procedimiento de medio de cultivo el descrito en el trabajo por Dueñas *et al.* 2002.

Luego que colocamos a las parejas traídas del campo se rotuló el frasco y se sacaron a los progenitores cuando se observaron la primera presencia de huevos en el medio y se los llevó a otro frasco donde dejamos que éstos sigan su ciclo y así sucesivamente hasta que emerjan los adultos. Todos estos datos fueron registrados diariamente en una bitácora y luego pasados a una base de datos.

4.6 Datos adicionales

Una vez obtenido el ciclo biológico se recolectaron 10 huevos, 10 pupas, 10 larvas de cada estadio, 10 adultos machos y 10 adultos hembras para determinar el tamaño de cada uno de ellos con ayuda del microscopio estereoscópico “ALPHAOPTICS GL6545TI” con cámara incluida; y microscopio estereoscópico “LEICA EZ4 HD”, procediéndose también a una descripción morfológica de cada estado y estadio presentado en el ciclo.

4.7 Registro de datos para Isolineas

Para la experimentación de las Isolineas, se usaron 10 beakers iniciales de 25 mL para 10 réplicas que contenían el medio de cultivo tradicional (Figura 12) en ellas se colocó una pareja (un macho y una hembra) o a las hembras que fueron recolectadas directamente del campo en cada beaker, se les hizo el seguimiento hasta la primera puesta, luego se sacó a la hembra y se la puso en otro beaker con medio de cultivo para proseguir con el seguimiento para su segunda puesta, inmediatamente se prosiguió a contar los huevos. Posteriormente luego que se trasladó a la hembra a otro beaker con medio, se siguió el mismo procedimiento y se anotaron la cantidad de huevos; hasta la hembra ya no realizara puestas (Figura 13); se realizó 10 repeticiones.

4.8 Análisis de comportamiento sexual

Para la obtención y determinación de las características del cortejo y tiempo de cópula, se utilizó una “cámara de cortejo” utilizada por Pilares, 1976 hecho a base de madera y una luna como tapa (Figura 14); que nos sirvió para el aislamiento de una pareja, la cual nos permitió además añadir algún otro macho u hembra, si es que no hubiera algún resultado en el primer caso (Figura 15).

Paralelamente se realizó otra prueba colocando a parejas (un macho y una hembra) en frascos con medio de cultivo clásico (10 réplicas) y así obtuvimos dos experiencias distintas, en cada frasco (25ml) se observó cambios en el comportamiento que fueron registrados por medio de video o fotos usando una cámara fotográfica “SONY Cybershot DSC-TX30” de 18,2mp de resolución (Figura 16). En esta experimentación se tuvo la presencia de luz artificial dado por una lámpara y luz natural.

Se determinaron las diferentes fases del cortejo que presentó el género y también el tiempo promedio de la cópula.

4.9 Registro de datos para cromosomas politénicos

Para la obtención de los cromosomas politénicos se usaron larvas en 3er estadio del género *Zaprionus*, las cuales se disectaron en solución salina al 0.7%, para poder obtener las glándulas salivales (Figura 17); a éstas una vez limpias se colocó 2 gotas de ácido clorhídrico (HCl) al 1N por un aproximado de 30 segundos para el ablandamiento de la muestra; luego se le agregó 2 gotas de solución fijadora compuesta por Ácido Acético-Agua-Ácido Láctico en proporción de 3:2:1, respectivamente, por un tiempo de 30 minutos;

seguidamente fueron llevados a 3 gotas de solución colorante de orceína lactoacética al 1% para su posterior tinción con un lapso de 30 minutos (Campos *et al.*, 2007), posteriormente se aplicó la técnica del “squash” (Ashburner, 1967) y sellándose la lámina portaobjetos con esmalte (Figura 18).

4.10 Análisis de datos

Para el análisis estadístico se usaron el Microsoft Excel 2010 y el programa Sigmaplot 11.0, para obtener gráficos y tablas sobre el tiempo de desarrollo de cada estadio del ciclo biológico, tamaño promedio de cada estado del ciclo biológico, proporción de puesta de huevos por hembra, tiempo de adaptación a los medios de cultivo, tiempo de cópula y cortejo.

5. RESULTADOS

5.1 Determinación de especies

En la identificación los individuos analizados presentaron ojos de color rojo, con abdomen amarillo claro y un color marrón oscuro en el cuerpo con presencia de cerdas (mesonoto y escutelum), y en éstas presentan bandas en la región dorsal del tórax y cabeza (Figura 19).

Estas bandas se encontraron presentes de a pares, por lo que se observan cuatro bandas (2 bandas claras blanco plateadas y éstas demarcadas por bandas negras), las cuales se extienden desde la cabeza hasta el final del escutelo (Figura 20). Se observó las patas de un tono amarillo oscuro y la presencia de fila de espinas en el fémur de las patas anteriores, estas espinas son largas y complejas con una segunda punta pequeña acoplada a la base, y se presentan en número de 5-6 espinas por fémur. (Figura 21A, 21B)

En el abdomen se observa franjas translucidas en los terguitos 2-5. (Figura 22 A, 22B).

5.2 Adaptación al laboratorio

Para el medio tradicional o clásico se tuvo un cultivo consistente, con una temperatura promedio de $26^{\circ}\text{C} \pm 1$. Con un tiempo de duración para el estado de huevo aproximado de 1 día, para el estado larval se tuvo un promedio de 10-11 días y en el estado pupal se registró promedio de 10-16 días; teniendo un total en el ciclo biológico de 20-28 días.

Para el medio de cultivo suplementado a base de harina de maíz la consistencia fue buena y sólida, con una temperatura promedio de $26^{\circ}\text{C} \pm 1$. El tiempo del estado huevo es de 1 día, para el estado de larva es de 4-7 días, y para el estado de pupa es de 14 días; teniendo un ciclo biológico de 19-22 días.

El medio de cultivo suplementado con sémola nos dio un medio firme y homogéneo, con temperatura promedio de $19^{\circ}\text{C} \pm 1$. El tiempo del estado de huevo es de 2 días aproximadamente, para el estado de larva fue de 8-9 días y para el estado pupal de 7 días; teniendo un ciclo biológico de 17-18 días.

Los resultados son mostrados en la Tabla 1, para los días de cada estado de ciclo de vida.

La grafica 1 nos muestra la comparación de tres distintos medios de cultivo donde tenemos que el medio de cultivo clásico y medio suplementado a base de harina de maíz, tienen una misma temperatura de 26°C , *Zaprionus* se adapta mejor en medio suplementado, donde se observa el ciclo biológico más corto que el medio clásico.

5.3 Ciclo de vida

Los resultados para el ciclo de vida de *Zaprionus*, se tienen representados estadísticamente en la tabla 7.

5.3.1 Huevo

De color blanco, sin ornamentaciones, con una longitud promedio de 0,787mm y un ancho de 0,176 mm, presenta 4 filamentos anteriores con una longitud promedio de 0,282 mm. (Figura 23) (Ver Tabla 2).

5.3.2 Larva

Las larvas presentan 3 estadios diferenciales, según por el desarrollo de su pieza bucal y tamaño. (Tabla 3).

.Larva 1er estadio:

Cuerpo de color blanquecino poco traslúcido y sin desarrollo aún de sus piezas bucales. Promedio del cuerpo es de 1,483 mm y un ancho de 0,349 mm. (Figura 24)

.Larva 2do estadio:

Cuerpo color blanquecino, con piezas bucales poco desarrolladas. Promedio de cuerpo de 2,464 mm de longitud y de ancho de 0,494 mm. (Figura 25)

.Larva 3er estadio

Cuerpo blanquecino de mayor tamaño y piezas bucales desarrolladas, éste es el estadio en donde empieza a alimentarse más. Promedio de cuerpo de 3,928 mm y ancho de 0,970 mm. (Figura 26)

5.3.3 Pupa

De color castaño, sin ornamentaciones, con una longitud promedio de 3,927 mm y ancho de 1,334 mm, presenta dos espiráculos anteriores en forma de “Y”, con 8 a 9 brazos o tubos respiratorios para cada espiráculo y dos espiráculos caudales. (Figura 27) (Ver Tabla 4)

El género presenta dimorfismo sexual, es por eso que se tomó los datos de los adultos por sexos, así tuvimos datos tanto para la hembra y el macho respecto a longitud de cuerpo y alas.

5.3.4 Hembra

El promedio de cuerpo es de 3,840 mm y de las alas son de 2,637 mm, la zona terminal del abdomen donde se encuentra la genitalia está constituida por el ovipositor que presenta dos valvas o placas, el cual tiene estructuras parecidas a dientes en número de 8 a 9 dientes por placa con un tamaño promedio de 0,298 mm y la terminalia u ovipositor tiene un promedio en tamaño de 0,358 mm. (Figura 28 A, B, C) (Tabla 5)

5.3.5 Macho

El promedio del cuerpo es de 3,375 mm y de las alas son de 2,609 mm; la genitalia del macho tiene un tamaño promedio de 0,470 mm, la cual presenta cuatro hileras de cerdas, el falo tiene un tamaño promedio de 0,285 mm y el hypandrium un promedio de 0,300 mm, en el cual se observa que en el borde de la genitalia tiene el extremo dentado y acoplado al cuerpo del distifalus. (Figura. 29 A, B, C, D)(Tabla 6)

La grafica 2 y 3 muestran la diferencia que existe en el dimorfismo sexual para longitudes de cuerpo y alas, entre machos y hembras de *Zaprionus*.

5.4 Determinación de Isolineas

La experimentación de las isolineas, se llevó a cabo desde inicios de Diciembre del 2013 a fines de Marzo del 2014. Se tuvo datos de 12 frascos, con medio de cultivo clásico o tradicional, registrándose un número promedio de 5 puestas; para nuestro seguimiento nos dio un mínimo de 3 puestas y un máximo de 7. (Ver tabla 8)

Para el total de huevos se tuvo un promedio de 69.25 por cada hembra en todo su ciclo de vida; teniendo como desviaciones estándar 36.18 en el total de huevos y 1.28 en el número total de puestas. (Ver tabla 9)

5.5 Cromosomas politénicos

Los cromosomas politénicos presentaron carga génica, ya que la coloración que presentó fue intensa observándose la presencia de bandas e interbandas en todo el recorrido de los brazos, presentaron 5 brazos largos y una estructura puntiforme. (Figura 30).

El cromosoma politénico es una estructura magnificada por unión de dos cromosomas, es decir el apareamiento de cromosomas paralelos de cromátides en sinapsis, con esto se puede deducir citogenéticamente hablando el juego cromosómico que presenta el género y se tuvo que nuestra muestra presentó un juego diploide con un número de doce cromosomas.

La muestra presenta 5 brazos largos y uno puntiforme, esto nos resulta un $n=6$ por lo que traspolando a metafásicos obtenemos $2n=12$.

Nuestra muestra también presentó pocos bucles o puffs, que son resultados de descondensación de fibrillas de cromatina en sitios específicos. (Figura 31)

5.6 Comportamiento sexual

Los resultados que tuvimos para la experimentación en la “cámara de cortejo”, no fueron muy alentadores, los individuos una vez colocados solo reconocieron el lugar y hubo rechazo entre ellos. La luz artificial o la natural le son indiferentes, son excitados igual en los dos momentos, es decir no son dependientes de la luz. Mejores resultados se tuvo en los beakers con medio de cultivo, se pudo notar que el efecto de luz no los perjudica y se observaron los eventos siguientes:

5.6.1 Cortejo:

Zaprionus indianus: ♂ y ♀, ambos realizan un reconocimiento del medio ambiente, limpiándose el cuerpo con el primer o segundo par de patas, el macho con el tercer par de patas frota la parte ventral y lateral de su abdomen, después rota el abdomen alrededor del eje longitudinal del cuerpo para permitir a la tercera pata izquierda o derecha estirarse por debajo del abdomen, alcanza el ala opuesta y fricciona la cara interna y externa; si frota el ala derecha, el movimiento rotacional del abdomen es hacia la izquierda, luego lo inverso, ya en posición de descanso realiza un tercer movimiento abdominal vertical, al tiempo que frota la base del ala con el 3er par de patas del lado respectivo, extiende dicha extremidad a su máxima longitud volviendo a la posición de reposo, del mismo modo procede con la otra ala, la hembra también realiza estos movimientos.

El macho se ubica posterior o lateral a la hembra y la golpea con una de sus patas delanteras, excitado (Figura 32 y Figura 33), se coloca luego atrás y empieza el lamido de la zona genital de la hembra, ella ya receptiva abre ligeramente las alas y el macho ayudándose con la cabeza adopta la postura

de cópula, luego se coge con el primer par de patas de los primeros segmentos abdominales, con el segundo par de los segmentos medios y con el tercer par se sostiene apoyándolas en el sustrato, con el abdomen curvo busca la intromisión del falo.

5.6.2 Cópula

Una vez que el ♂ se monta encima de la ♀, éste busca la penetración del falo en la placa genital, la ♀ con el 3er par de patas trata de desalojar a su pareja, entonces el macho se tira hacia atrás apoyándose en el sustrato y busca la introducción del falo logrando su cometido (Figura 34 y Figura 35), luego de aproximadamente 3-4 minutos de ya concluida la cópula, ambos frotan sus respectivas terminalias del abdomen con su tercer par de patas por un lapso de tiempo de 2-3 minutos aproximadamente, la hembra mantiene la placa vaginal proyectada por un tiempo. El tiempo promedio de cortejo y cópula dura 10 minutos.

5.6.3 Signos de rechazo

Frente a los requerimientos del macho la hembra no receptiva reacciona:

- 1) pateando con el segundo o tercer par de patas; 2) vibrando las alas cuando huye o salta. Cuando se colocan 1, 2 o 3 parejas en el beaker con medio de cultivo, en el mejor de los casos la cópula ocurre después de los 30 minutos (no siempre ocurre), la selección múltiple ocurre también pero le es indiferente, ni más ni menos en el tiempo (Figura 36).

En general el 95% de estos eventos ocurren en las mañanas. La luz natural directa y la luz artificial del microscopio estereoscopio no les produce irritación ni inhibe el cortejo, pero de preferencia buscan la luz natural directa.

6. DISCUSIÓN

Los individuos colectados de nuestro interés, fueron todos de la misma especie, teniendo la especie presencia de bandas, una blanco plateada y ésta bordeada por franjas negras en el mesonoto y escutelum. Otra característica destacable que se observó fue la hilera de espinas y una segunda hilera de espinas pequeñas, y la presencia de bandas translucidas en los terguitos 2-5; todas estas características claves concuerdan con los trabajos hechos por Tsacas y Chassagnard (1990), Castrezana (2007), Yassin y David (2010), Curran (1939). Los resultados coinciden con las claves propuestas en sus trabajos tanto para el género como para la especie, determinando la especie *Zaprionus indianus* en nuestras muestras.

Para la adaptación al laboratorio en relación al ciclo biológico de *Zaprionus indianus* obtuvimos para el medio clásico un total de 20-28 días aproximados para una temperatura constante de 26°C, esto concuerda con los trabajos propuestos por Steck (2005) y Vilela *et al.* (2001), donde obtienen que el ciclo biológico de *Zaprionus* tenga un tiempo de 19 días en 25°C y 18 días en 22°C, respectivamente.

Con relación a la temperatura para cada estado del ciclo biológico, tenemos que el medio suplementado con harina de maíz presenta un periodo de 1 día para el estado de huevo, larva de 4-7 días y pupa de 10-16 días, teniendo un total de 19-22 días para una temperatura constante de 26°C. Para el medio suplementado con sémola se tuvo un periodo de incubación para el estado de huevo de 1-2 días, de 8-9 días para estado larval y 7 días para estado de pupa, totalizando para el ciclo biológico de 17-18 días con una temperatura constante de 19.7°C. Estos resultados fueron referenciados con lo propuesto por Nava *et al.* (2007) donde muestra que para una temperatura de 20°C se tiene que la duración del huevo es

de 1.0 día, para larva de 13.0 días y para pupa de 6.9 días, con un total en el ciclo biológico de 20.9 días; para una temperatura constante de 25°C se obtiene para el estado de huevo 0.73 días , 9.9 días para larva y 4.8 días para pupa con total de 15.4 días para el ciclo biológico.

Con relación al ciclo de vida medio de cultivo clásico, se obtuvo para el estado de huevo una longitud promedio de 0,787 mm y de ancho un promedio de 0,176 mm; presentando 4 filamentos con una longitud promedio de 0,282 mm. El estado de larva presenta tres estadios donde el primero tiene un promedio de longitud de 1,483 mm y ancho de 0,349 mm, para el segundo presenta un promedio de longitud de 2,464 mm y ancho de 0,494 mm y por ultimo para el tercero con una longitud promedio de 3,928 mm y ancho de 0,970 mm, diferenciándose los estadios por el desarrollo de la pieza bucal. Para el estado de pupa se obtuvo una longitud promedio de 3,927 mm y ancho de 1,334 mm, con dos espiráculos anteriores con 8 a 9 brazos o tubos respiratorios en cada espiráculo y dos espiráculos caudales. No se tuvo referencias bibliográficas para los estados de huevo, larva y pupa en lo que se refiere a longitudes y otras características para el género *Zaprionus*, pero en las características podemos referenciarnos en el trabajo de Yassin y David (2010), quien realizó una revisión de las especies afrotropicales del género, y observa que los huevos de las especies presentan 4 filamentos con tamaños similares, donde se observa algunas especies que no lo presentan; para el estado larval no presenta más significancia que la que se sabe de *Drosophila*; para el estado de pupa nos muestra que el tamaño varia de 2.82 mm a 4.58 mm según la especie, donde la característica más importante son las branquias en donde tiene un arreglo en forma de Y, las branquias varían de 11 a 14 en especies del grupo *inermis* y de 15 a 17 en el grupo *vittiger*.

Presenta dimorfismo sexual como la mayoría de dípteros y de la familia Drosophilidae, teniendo el macho una longitud promedio de 3,375 mm y longitud de alas de 2,609 mm, presentando 4 peinetas en la genitalia y un distiphallus con bordes aserrados y a la hembra una longitud de 3,840 mm y longitud alar de 2,637 mm, el ovipositor con 8 dientes, se comparó con el trabajo de Yassin y Davis (2010) y Vilela *et al.* (2001), que reporta que el tamaño de la especie es de 2.5 a 3.0 mm y se observa un colgajo en el falo llamado distiphallus que tiene un pliegue aserrado y las hembras el ovipositor con 8 dientes.

Para las isolineas obtuvimos que la puesta total promedio de huevos en el transcurso de vida de la hembra fue de 69 huevos para un $n=12$ individuos; resultado muy parecido al encontrado por Hanna (2012), que reporta un rango de productividad de 25 a 78 huevos para el conteo de progenies de hembras silvestres, con un total de 7 individuos para la experimentación.

Los cromosomas politénicos difieren para los distintos grupos y géneros presentes de la familia Drosophilidae, obtuvimos como resultado una estructura enorme de cinco brazos altamente condensada y uno puntiforme casi imperceptible, esto debido a la acción de la unión de cromátides idénticas y alineadas de lado a lado, y esto produce un bandeo natural entre bandas claras y bandas oscuras, lo que es contrastado con los resultados vistos por Pasteur (1978), donde observó la estructura ancestral común del género *Zaprionus*, con cinco cromosomas acrocéntricos y uno puntiforme; gracias a esto podemos determinar el juego cromosómico de $2n=12$ y la disposición de cada cromosoma con su respectivo número de cromosoma, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Gupta y Kumar (1987) quienes caracterizaron el cariotipo de la especie *Zaprionus indianus*; existe también la presencia de inversiones o puffs, lo que coincide con el trabajo de Campos *et al.* (2007) y Anannina *et al.* (2007) que observaron estructuras alargadas llamadas puffs, que son descondensaciones de fibrillas de

cromatina en sitios específicos para que ocurra la transcripción de gen o genes en sitios estratégicos.

En el estudio del comportamiento sexual para nuestro género se tuvo tres fases: cortejo, cópula y signos de rechazo. Para el cortejo se tiene el reconocimiento del lugar acicalándose con el tercer par de patas rozándolas por todo el cuerpo, luego posándose el macho al lado de la hembra dándole un golpe con el primer par de patas, seguidamente se da el lamido a la zona genital de la hembra por el macho y la postura a la cópula, esto se compara con distintos comportamientos mostrados por la familia drosophilidae, en que presentan un cortejo único y similar, como ejemplo el comportamiento mostrado en el trabajo de Pilares (1976), que define los pasos que sigue la especie *Drosophila brncici* Hunter & Hunter, observando para el cortejo: orientación, circunda, el golpeteo a la hembra, vibración de alas, toca antenas, lame el área genital de la hembra y el intento de cópula. Por indicar que evento del cortejo es el diferencial del todo lo visto en el cortejo entre *Zaprionus* y *Drosophila*.

Para la cópula se tiene distintos tiempos, ya que todas las especies son diferentes y presentan hábitats diferentes que dificultarían el proceso, para *Zaprionus* obtenemos que la cópula dura un aproximado de 2-3 min, no se puede contrastar ya que no hay trabajo realizado para este género pero para el género *Drosophila*, tenemos en el trabajo de Pilares (1976) con *Drosophila brncici* Hunter & Hunter que tiene un tiempo de 6.5 minutos.

Para los signos de rechazo observamos que la hembra pateo con el segundo o tercer par de patas; vibra las alas cuando huye o salta; contrastándose con los resultados de Pilares (1976), en donde se observa que presenta actos similares para *Drosophila brncici* Hunter & Hunter como el pateo y la huida vibrando las alas.

CONCLUSIONES

- Las individuos presentes en las Provincias de Huaral y de Lima, pertenecen a la especie *Zaprionus indianus*; teniendo como clasificación:

Familia: Drosophilidae

SubFamilia: Drosophilinae

Género: *Zaprionus* Coquillet, 1901

SubGénero: *Zaprionus*

Grupo: *Armatus*

SubGrupo: *Vittiger*

Especie: *Zaprionus indianus* Gupta 1970

- La hembra tiene mayor longitud de cuerpo (3.840 mm) y por ende sus alas son un poco más largas (2.637 mm) que la de los machos (3.375 mm) y (2.609 mm), respectivamente.
- El medio con mayor adaptación para el ciclo biológico de *Zaprionus* es el medio con harina de maíz con 19-22 días, para una temperatura de 26°C.
- El promedio de huevos puesto por una hembra en el transcurso de su vida es de 65 huevos.
- Los cromosomas politénicos presentan una estructura alargada de cinco cromosomas acrocéntricos y un cromosoma puntiforme.
- *Z. indianus*, es diploide y tiene doce cromosomas.
- *Zaprionus indianus* presenta un cortejo similar al del Género *Drosophila*, por lo que se acerca más filogenéticamente a la familia Drosophilidae.

7. RECOMENDACIONES

Tener en cuenta los resultados del presente trabajo para un futuro control de *Zaprionus indianus*.

Tener en consideración los pesos larvales y pupales para determinar si la suplementación de los medios influye en ellos.

Realizar la toma de datos en distintas estaciones para tener una mejor idea de cuánto afecta la temperatura a la población.

Realizar observaciones sobre si *Z. indianus* presenta algún controlador biológico.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acurio, Andrea, y Rafael, Violeta. 2009. Diversity and geographical distribution of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in Ecuador. *Drosophila Information Service* 92: 20-24.

Al T'Oma, Zainab Abdul Rahmman Mohammad, y Kim van der Linde. 2010. First records of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) from the Basra governorate in Iraq. *Drosophila Information Service* 93:197-200.

Ananina, G., Rohde, C., David, J. R., Valente, V. L. S. y Klaczko, L. B. 2007. Inversion polymorphism and new polytene chromosome map of *Zaprionus indianus* Gupta (1970) (Diptera: Drosophilidae). *Genetica*. 131:117-125.
DOI 10.1007/s10709-006-9121-6

Ashburner, M. 1967. Patterns of puffing activity in the salivary gland chromosomes of *Drosophila*. Autosomal puffing patterns in a laboratory stock of *Drosophila melanogaster*. *Chromosoma* 21: 398-428.

Betti, M., Soto, E. y Hasson, E. 2008. Oviposition Site Preferences in Natural Populations of *Drosophila Melanogaster*. *Drosophila Information Service* 91: 43–47.

Brcic, Danko. 1957. Las especies chilenas de Drosophilidae. *Colección de monografías biológicas de la Universidad de Chile*. Número 8. Págs. 136.

Campos S.R.C., Rieger, T.T. y Santos J.F. 2007. Homology of polytene elements between *Drosophila* and *Zaprionus* determined by *in situ* hybridization in *Zaprionus indianus*. Dissertação (maestrado). *Genetic Molecular Research*. 6 (2): 262-276.

Castrezana, Sergio. 2007. New record of *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera: Drosophilidae) in North America and a key to identify some *Zaprionus* species deposited in the *Drosophila* Tucson Stock Center. *Drosophila Information Service* 90: 34-35.

Castro, F.L. y Valente, V.L.S. 2001. *Zaprionus indianus* is invading Drosophilid communities in the southern Brazilian city of Porto Alegre. *Drosophila Information Service* 84: 15-17.

Culik, M. 2004. First record of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) in the state of Espírito Santo, Brazil. *Drosophila Information Service* 87: 33.

Curran, C. H. 1939. New African Dolichopidae and Drosophilidae (Diptera). *American Museum Novitates* 103:3.

Da Silva, N.M., da Conceição, C. Da Silva Valente, V.L. y Valiati, V.H. 2005. Ecology of colonizing populations of the figfly *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) in Porto Alegre, Southern Brazil. *Iheringia, Ser. Zool. Porto Alegre* 95(3):233-240.

De Toni, D.C., Hofmann, P.R.P., Valente, V.L.S. 2001. First record of *Zaprionus indianus* (Diptera, Drosophilidae) in the State of Santa Catarina, Brazil. *Biotemas*, 14 (1): 71-85.

Dueñas, I.E., Heres, M.E., Castañeda, P.L. y Graf, Y.U. 2002. Easy raising of *Drosophila melanogaster* on a medium consisting of mashed potato flakes and a preservative solution. *Drosophila Information Service* 84: 166.

Goñi, B., Fresia, P., Calviño, M., Ferreiro, M. J., Valente, V. L. S., Basso da Silva, L. 2001. First record of *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera: Drosophilidae) in southern localities of Uruguay. *Drosophila Information Service* 84: 61-65.

Gottschalk, M., De Toni, D.C., Cordeiro, J. y Hofmann. P.2003. Comparison between Two Sampling Methods for Drosophilidae (Diptera) Using Banana Baits. *Drosophila Information Service* 86.

Gupta, J. P. 1970. Description of a new species of *Phorticella Zaprionus* (Drosophilidae) from India. *Proceedings of the Indian National Science Academy* 36: 62-70.

Gupta, J. P. y Kumar, A. 1987. Cytogenetics of *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae): nucleolar organizer regions, mitotic and polytene chromosomes and inversion polymorphism. *Genetica* 74: 19-25.

Hanna, Giovanni. 2012. Mating system and evolutionary genetics of an invasive African drosophilid: *Zaprionus indianus*. UC San Diego Electronic Theses and Dissertations.

Hatch, K. y Jeffery, D.E. 1992. Salivary gland chromosome map of *Zaprionus inermis*. *J.Hered.*83:311-315.

Hoenigsberg, H.F. y S. Koref-Santibañes. 1959a. Courtship behavior in inbred and outbred lines of *D. melanogaster*. *Inst. Lomb. Acad. Sci. e Lett. (Clase Scienze) (B)* 93:3-6.

Hoenigsberg, H.F. y S. Koref-Santibañes. 1959b. Courtship element involved in sensorial discrimination in inbred and outbred lines of *D. melanogaster*. *Zeitschr. f. Tierpsych* 16:403-409.

Hoenigsberg, H.F. y S. Koref-Santibañes. 1959c. Intraespecific sexual preferences in *D. prosaltans* Duda and in *D. equinixialis* Dobzhansky. *Experimentia* 15:223-226.

Hoenigsberg, H.F. y S. Koref-Santibañes. 1960a. Intraespecific sensory discrimination in *D. prosaltans* Duda and in *D. equinixialis* Dobzhansky. *Zeitschr. f. Tierpsych* 17:133-140.

Hoenigsberg, H.F. y S. Koref-Santibañes. 1960b. Courtship and sensory preferences in inbred lines *D. melanogaster*. *Evolution* 14:1-7.

Lavagnino, N. J., Carreira, V. P., Mensch, J., Hasson, E. y Fanara, J. J. 2008. Distribución geográfica y hospedadores de *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) en el noreste de Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 67 (1-2): 189-192.

Lewis, E.B.1954, The Theory and Application of a New Method of Detecting Chromosomal Rearrangements in *Drosophila*. *The American Naturalist* 88 (841: 225. [Doi: 10.1086/281833](https://doi.org/10.1086/281833)

Markow, T. y O'Grady, P. 2006. *Drosophila*. A guide to species identification and use. *Academic Press USA*. Pag. 259.

Medeiros, H.F. y Klaczko, L.B. 1999. A weakly biased *Drosophila* trap. *Drosophila Information Service* 82: 100-102.

Nava, D. E., Nascimento, A. M., Stein, C.P., Haddad M. L., Bento, J. M. S. y Parra, J. R. P. 2007. Biology, Thermal requirements, and estimation of the number of generations of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) for the main fig producing regions of Brazil. *Florida entomological society* 90 (3): 495-501.
doi: 10.1653/0015-4040(2007)90[495:BTRAE0]2.0.CO;2

Pasteur, G. 1978. Affinities of *Zaprionus* and chromosomal evolution. *Drosophila Information Service* 53:121.

Patlar, B., B. Koc, M. Yilmaz, y E.D. Ozsoy. 2012. First records of *Zaprionus tuberculatus* (Diptera: Drosophilidae) from the Mediterranean Region, Turkey. *Drosophila Information Service* 95:94-96.

Pilares, L. 1976. Comportamiento sexual de *Drosophila Brncici* Hunter & Hunter. *Revista Peruana de Entomologia*. 1 (1): 53-55.

Rafael, Violeta. 2007. *Drosophila malerkotliana* y *Zaprionus indianus* (Diptera, Drosophilidae) invaden poblaciones ecuatorianas de *Drosophila*. *Revista ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas XXVIII* (1 - 2): 30-43.

Raspi, A., Grassi, A y Benelli, G. 2014. *Zaprionus tuberculatus* (Diptera Drosophilidae): first records from the European mainland. *Bulletin of Insectology* 67 (1): 157-160.

Sciandra, R.J., Abdel-Hameed, F. y Bennett, J. 1973. Chromosome complement of *Zaprionus multistriatus*. *J.Hered.*64: 31-34.

Soto, I., Corio, C., Fanara, J.J. y Hasson, E.. 2006. First record of *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) in Argentina. *Drosophila Information Service* 89: 13-14.

Spieth, H.T. 1952. Mating behavior within the genus *Drosophila* (Diptera). *Bull. Amer. Nat. Hist.* 99(7):395-474.

Spieth, H.T. y Hsu, T. 1950. The influence of light on the mating behavior of seven species of the *Drosophila melanogaster* species group. *Evolution* 4:316-325.

Suyo, M. H. y Rafael, V. L. 1978. Citotaxonomía y comportamiento sexual de algunas poblaciones de dos especies del grupo *Drosophila melanogaster* (Sturtevant) del género *Drosophila* (Diptera). *Tesis de Bachiller en Ciencias Biológicas U.N.M. S.M, Lima*.

Suyo, M. P., y Barrientos, J. 2009. Los Drosophilideos (Diptera) del Jardín Botánico y Ecológico de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. *XVIII REUNIÓN CIENTÍFICA ICBAR*: 61.

Suyo, M. P., Barrientos, J. y Sala, A. 2011. La familia Drosophilidae en Chanchamayo-Junín-Perú. *XX REUNIÓN CIENTÍFICA ICBAR*: 86.

Suyo, M. P., Oliveros, N. y García, J. 2011. Drosophilideos de «Pampa de perros»- Provincia de Huaral-Lima-Perú. *XX REUNIÓN CIENTÍFICA ICBAR*: 85.

Suyo, M. P. y Sala, A. 2014. Avances en el conocimiento de *Zaprionus indianus* (Gupta, 1970). *XXIII REUNIÓN CIENTÍFICA ICBAR*: 86.

Thomas Jr, C.A. 1971. The Genetic Organization of Chromosomes. *Annual Reviews in Genetics* 5 (1): 237-256.

[Doi:10.1146/annurev.ge.05.120171.001321](https://doi.org/10.1146/annurev.ge.05.120171.001321)

Tsacas, L. y Chassagnard, M.T. (1990). Les espèces du genre *Zaprionus* à femurs antérieurs spinuleux (Diptera: Drosophilidae). *Ann. Soc. Entomol. Fr.* 26: 461-487.

Teixeira, E. P., Soares, J. P. y Stein, C. P. 2003. Aspectos biológicos da mosca do figo *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera: Drosophilidae). *Entomotrópica: Revista internacional para el estudio de la entomología tropical* 18(3): 219-221.

Van der Linde, Kim. 2010. *Zaprionus indianus*: species identification and taxonomic position. *Drosophila Information Service* 93: 95-98.

Van der Linde, K., Steck, G. J., Hibbard, K. y Birdsley, J. S. 2006. First records of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae), a pest species on commercial fruits from Panama and the United States of America. *Florida Entomologist ProQuest Biology Journals* 89(3): 402-404.

Vilela, C. R. 1999. Is *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) currently colonizing the Neotropical region?. *Drosophila Information Service* 82: 37-38.

Vilela, C. R. 2000. Breeding sites of Neotropical Drosophilidae (Diptera). II. Fallen fruits of *Citharexylum myrianthum* Cham. (Verbenacea). *Drosophila Information Service* 83: 32-36.

Vilela, C. R., Teixeira, E. P. y Stein, C. P. 1999. Nova praga nos figos: *Zaprionus indianus* Gupta, 1970. *Informativo da Sociedade e Entomológica do Brasil* 24 (2): 2.

Vilela, C. R., E. P. Teixeira, y C. P. Stein. 2001. Mosca-africana-do-figo, *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae). *Historico e impacto das pragas introduzidas no Brasil. Editores Evaldo Ferreira Vilela, Roberto Antonio Zucchi, Fernando Cantor. Ribeiro Preto: Holos. Vol. 7 .pags 173.*

Yassin, Amir y David. J. R. 2010. Revision of the afrotropical species of *Zaprionus* (Diptera, Drosophilidae), with descriptions of two new species and notes on internal reproductive structures and immature stages. (51): 33-72. doi:10.3897/zookeys.51.380.

Yassin, Amir y Abou-Youssef, A.Y. 2004. A new front for a global invasive Drosophilid: The colonization of the Northern-Western desert of Egypt by *Zaprionus indianus* Gupta, 1970. *Drosophila Information Service* 87: 67-68.

ANEXOS

ILUSTRACIONES Y ESQUEMAS

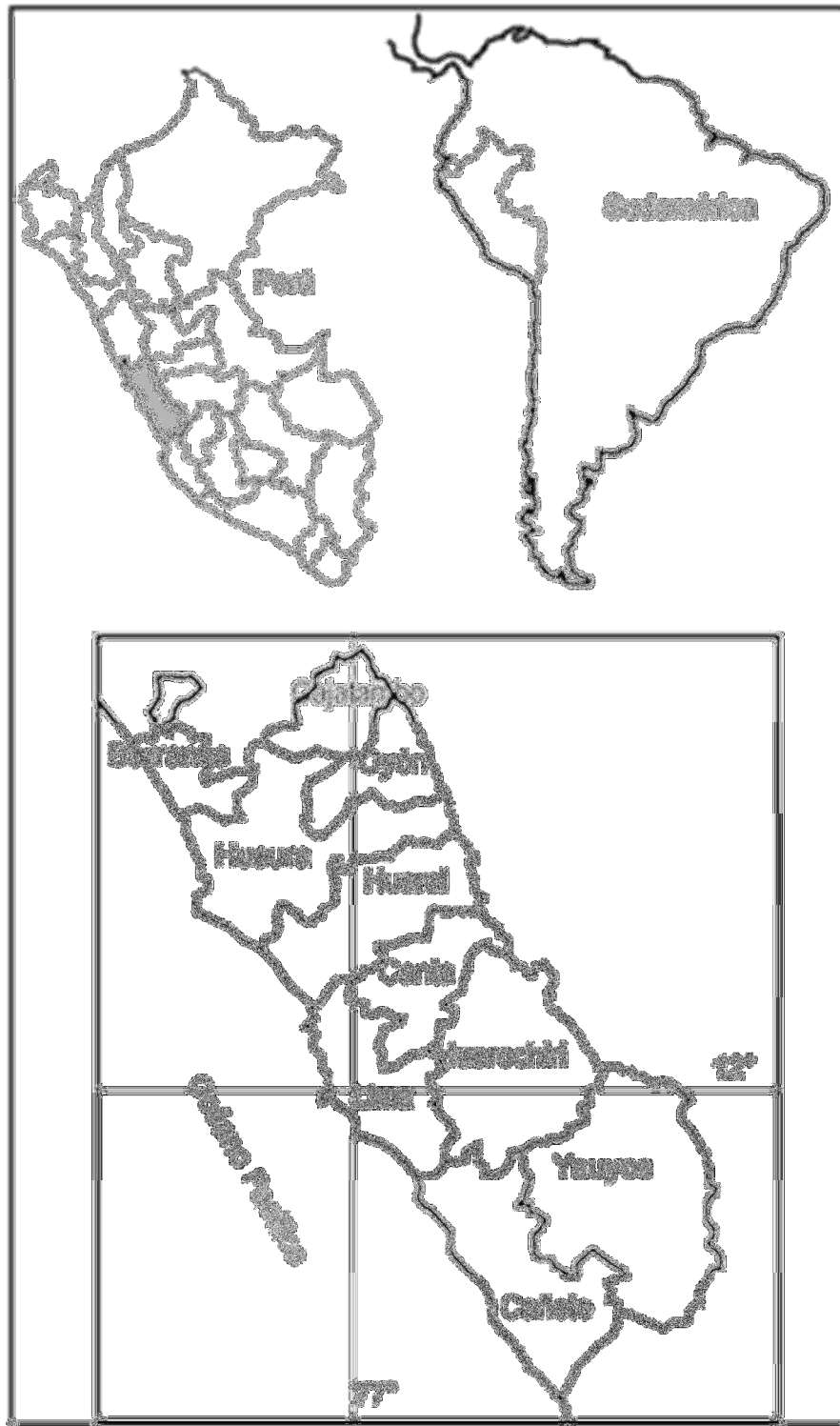


Figura 2. Mapa mostrando el departamento de lima con sus provincias.



FUENTE: GOOGLE EARTH

Figura 3. Área de muestreo en la universidad nacional mayor de san marcos.

Lúcuma ($11^{\circ}29.205'S$ $77^{\circ}13.423'W$)

Maiz ($11^{\circ}28.965'S$ $77^{\circ}13.162'W$)

Palto ($11^{\circ}28.969'S$ $77^{\circ}13.173'W$)



Figura 4. Área de muestreo en la provincia de Huaral.

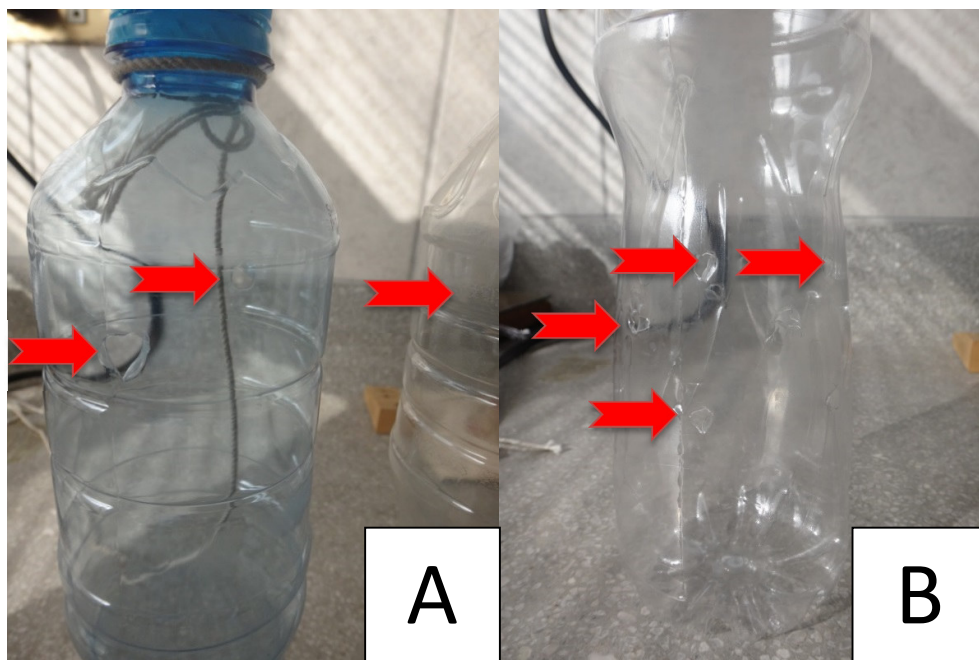


Figura 5. A. Primer modelo de trampa con dos agujeros. **B.** Segundo modelo de trampa con varios agujeros.



Figura 6. Trampa colgada en árbol de plátano.

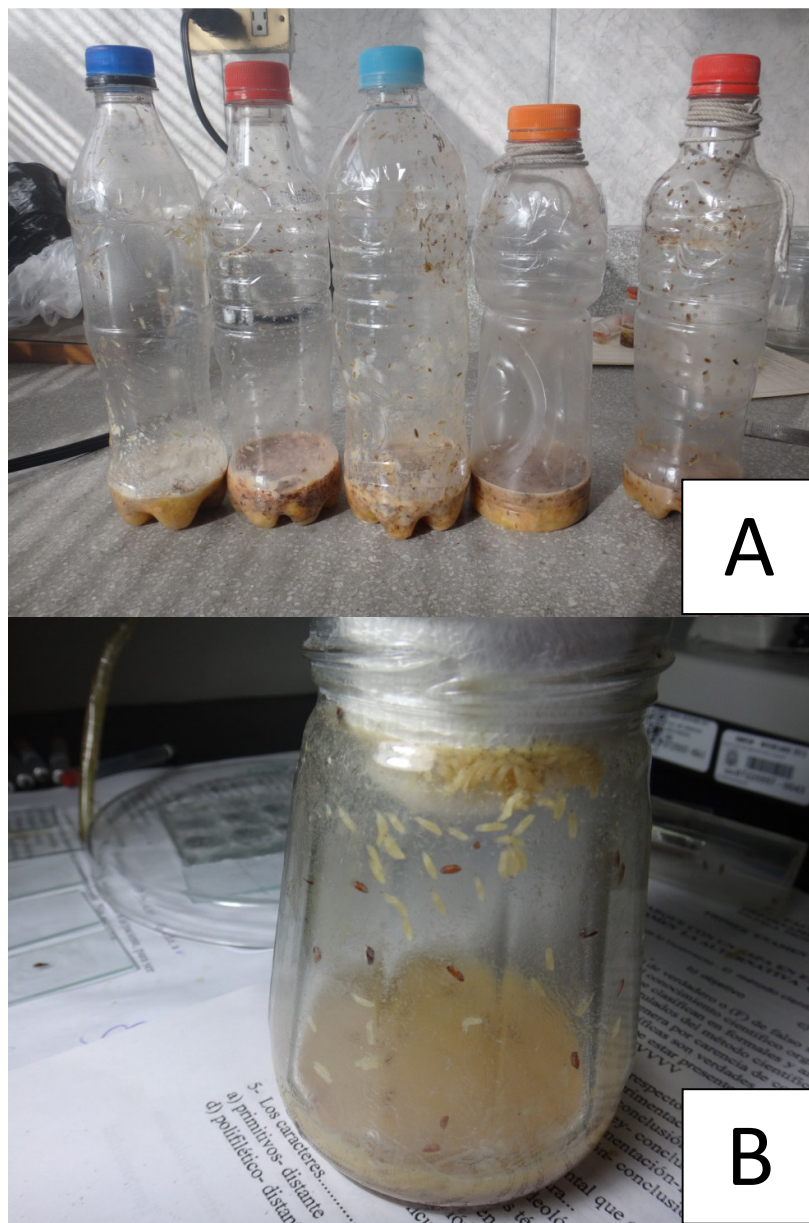


Figura 7. A. Trampas recogidas del campo. **B.** Larvas y pupas encontradas en cebo trasladadas al frasco con medio.

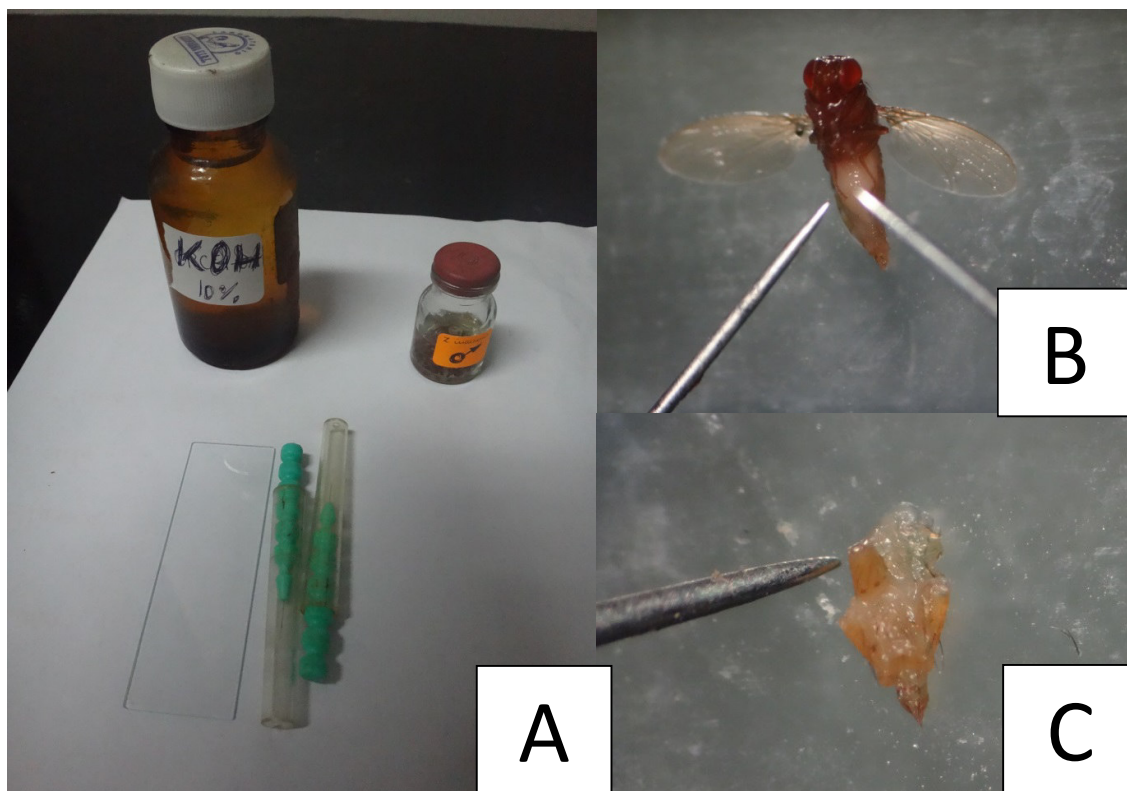


Figura 8. A. Materiales para disección. B. Localización de zona genital. C. Extracción de parte terminal del abdomen.



Figura 9. Medio de cultivo clásico o tradicional.



Figura 10. Medio de cultivo suplementado con harina de maíz.



Figura 11. Medio de cultivo suplementado con sémola.



Figura 12. Frascos de 25ml con medio de cultivo para isolineas.



Figura 13. Presencia de huevos en el medio de cultivo.

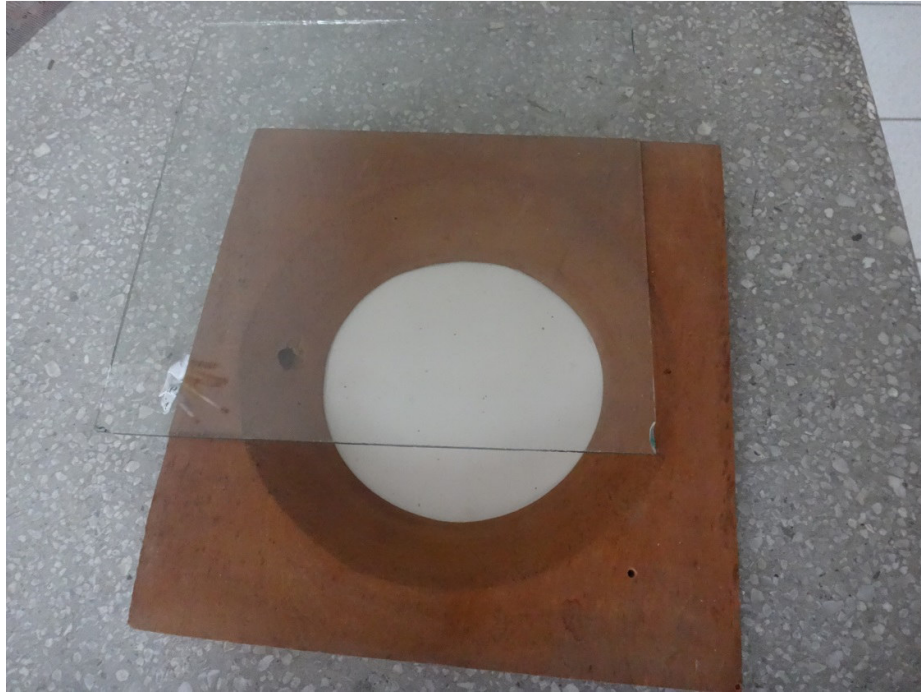


Figura 14. Cámara de cortejo.



Figura 15. Pareja de *Zaprionus* en cámara de cortejo.



Figura 16. Pareja de *Zaprionus* en frasco con medio de cultivo para comportamiento sexual.



Figura 17. Disección de larva para obtención de glándulas salivales.

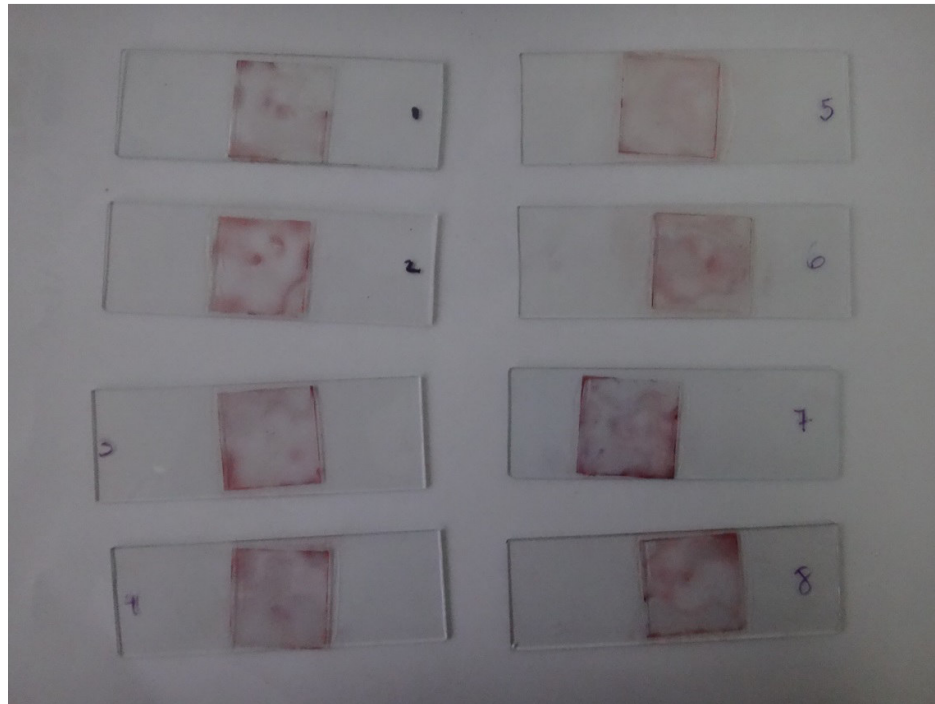


Figura 18. Láminas de politénicos selladas con esmalte.

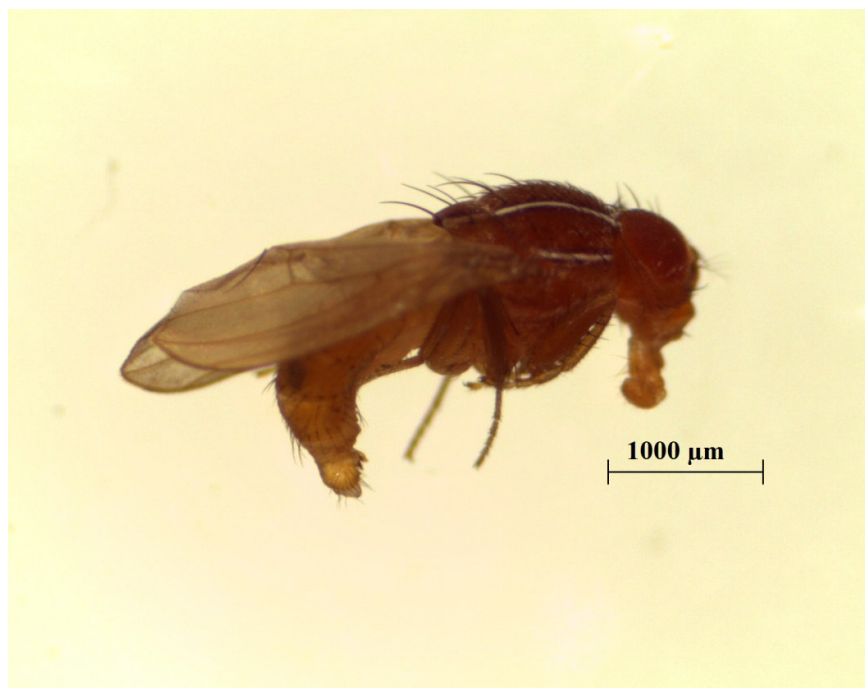


Figura 19. Vista lateral de macho *Zaprionus*. (16 Aumentos)

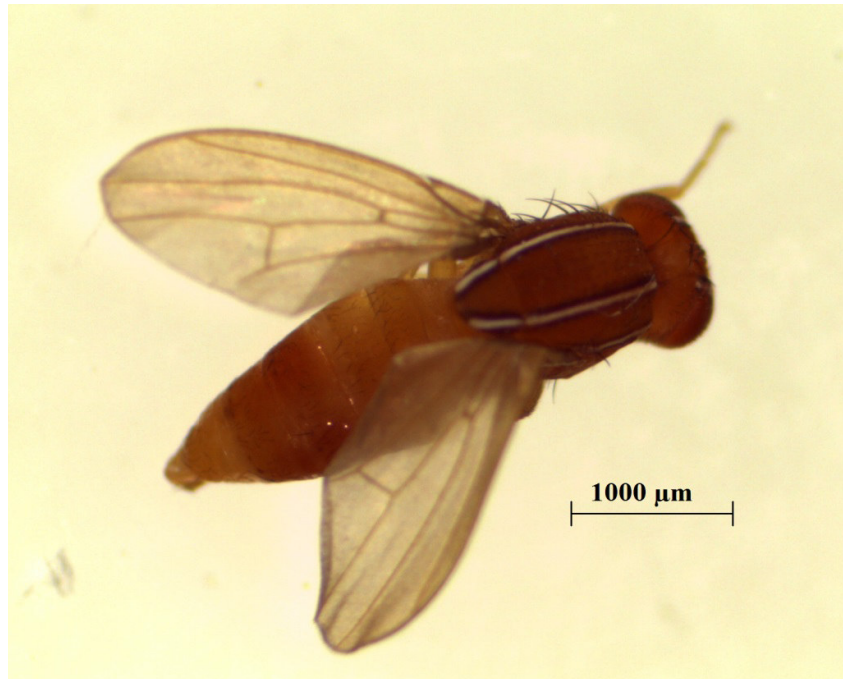


Figura 20. Vista dorsal mostrando las franjas blanco-plateadas bordeadas por franjas negras de una hembra. (16 Aumentos)



Figura 21. (A Y B) Fémur anterior con espinas complejas. (30 Aumentos).

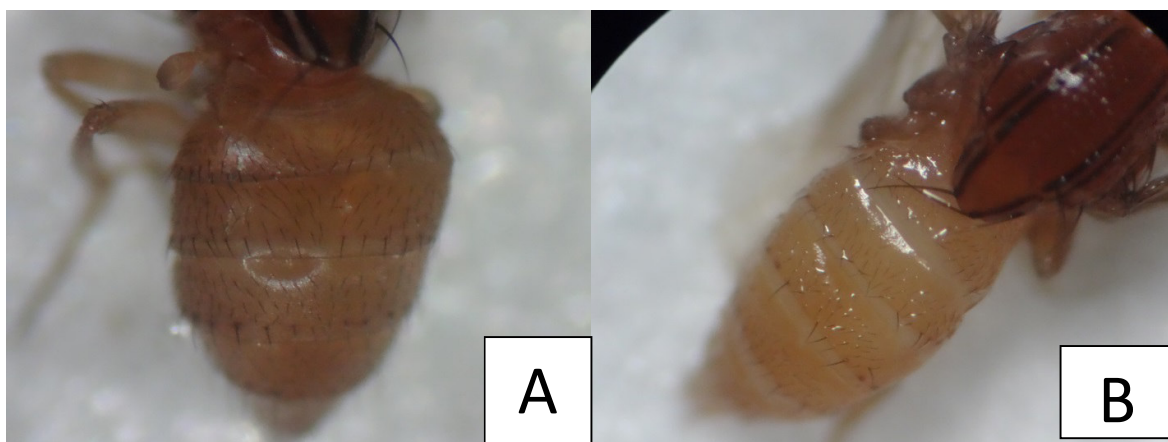


Figura 22. **A.** Abdomen de hembra *Zaprionus*. (60 Aumentos) **B.** Abdomen de macho *Zaprionus*. Mostrando bandas traslucidas. (60 Aumentos).

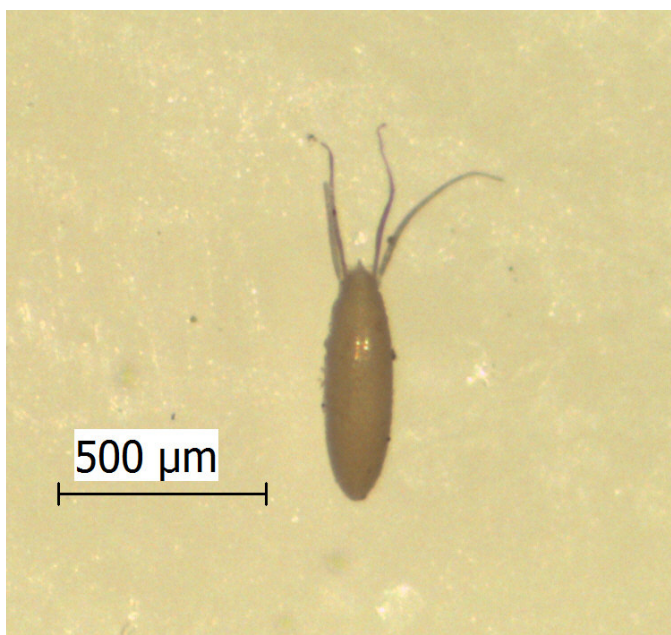


Figura 23. Huevo de *Zaprionus*. (35 Aumentos)

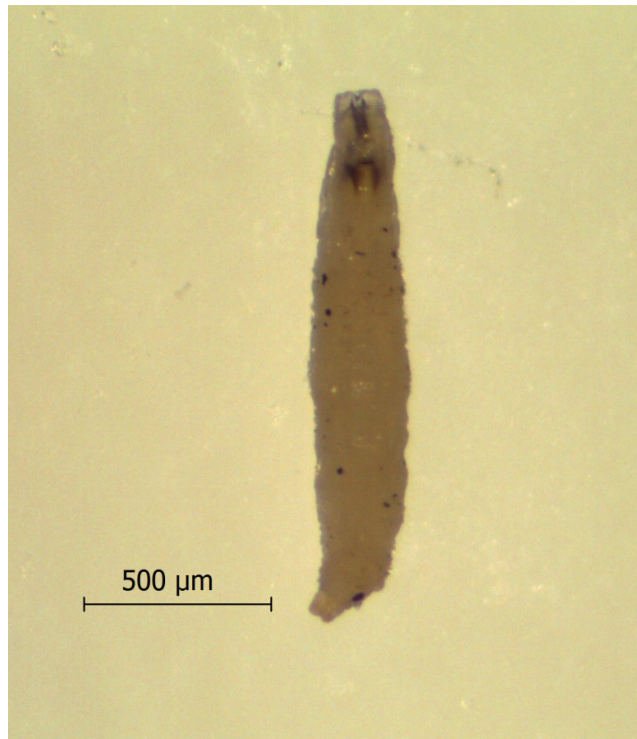


Figura 24. Larva en primer estadio de *Zaprionus*. (35 Aumentos)

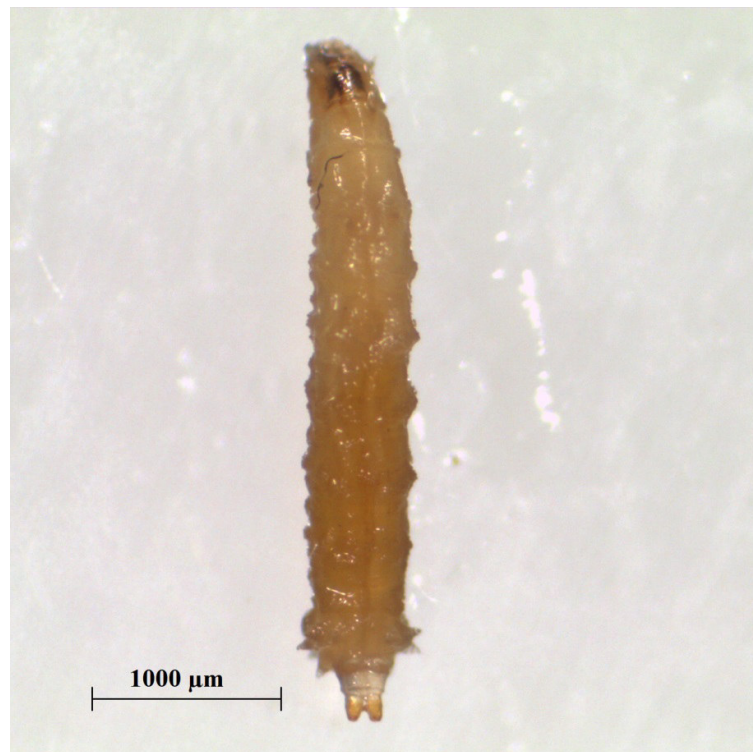


Figura 25. Larva en segundo estadio de *Zaprionus*. (20 Aumentos)



Figura 26. Larva en tercer estadio de *Zaprionus*. (16 Aumentos)

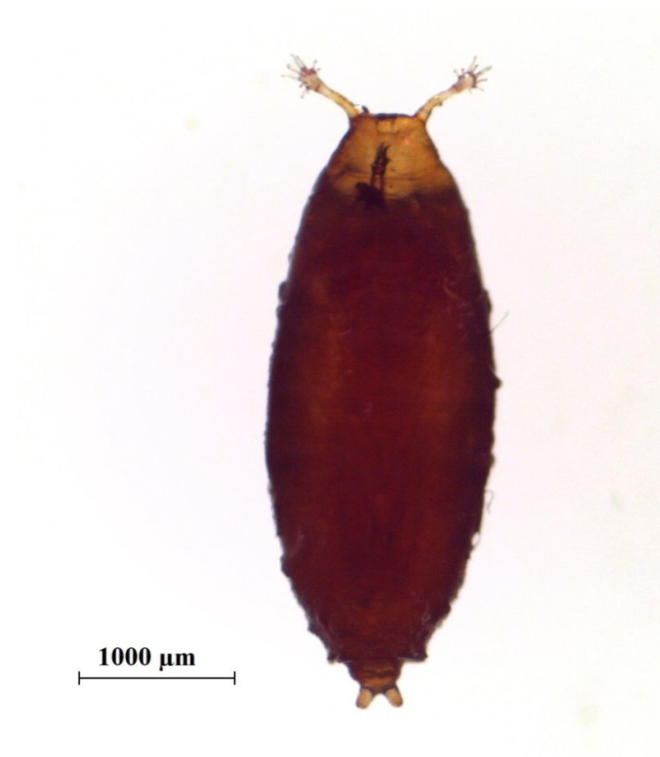


Figura 27. Foto de pupa de *Zaprionus*. (16 Aumentos)

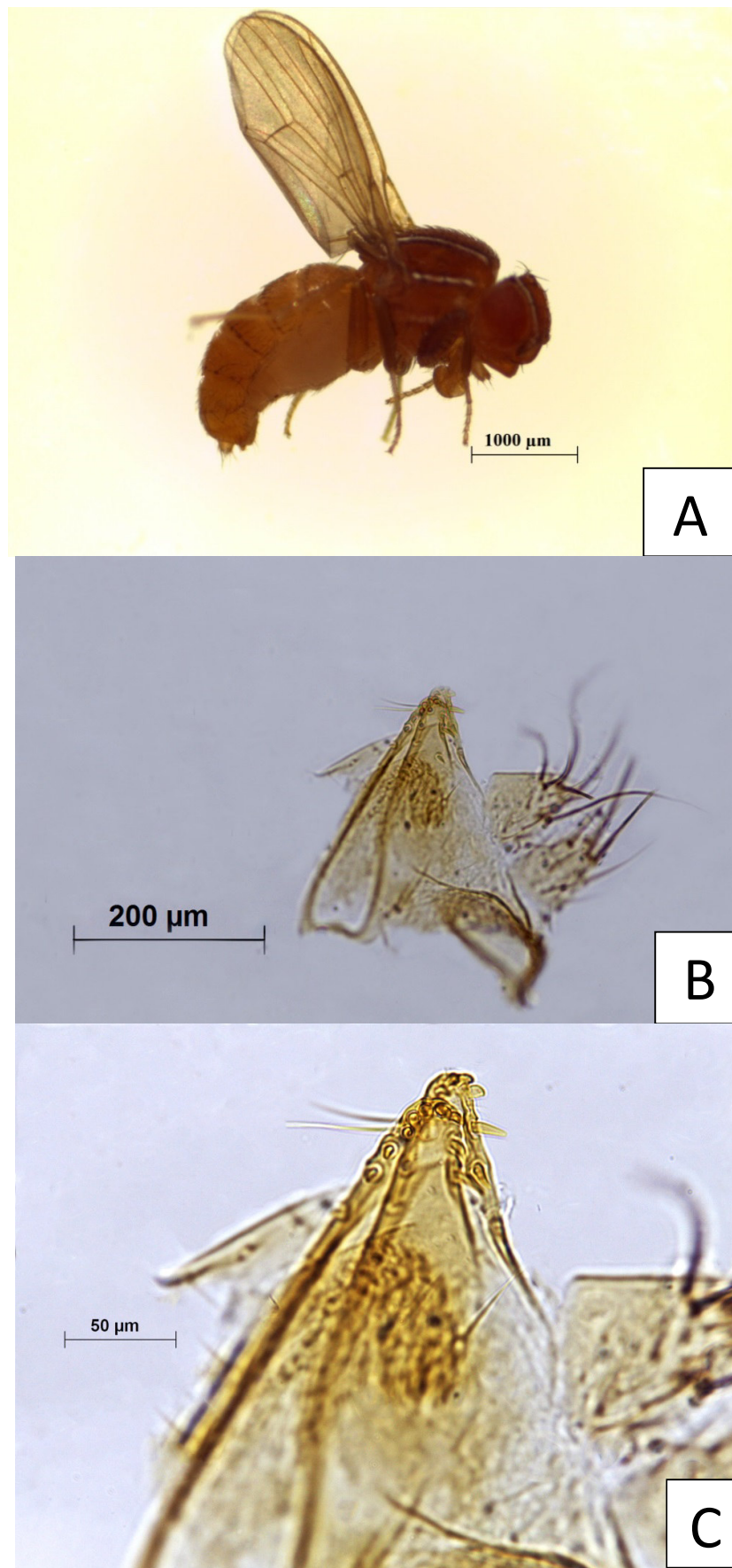


Figura 28. **A.**Adulto hembra de *Zaprionus* (16 Aumentos). **B.** Ovipositor y placa anal (100 Aumentos). **C.** Ovipositor con dientes. (400 Aumentos)

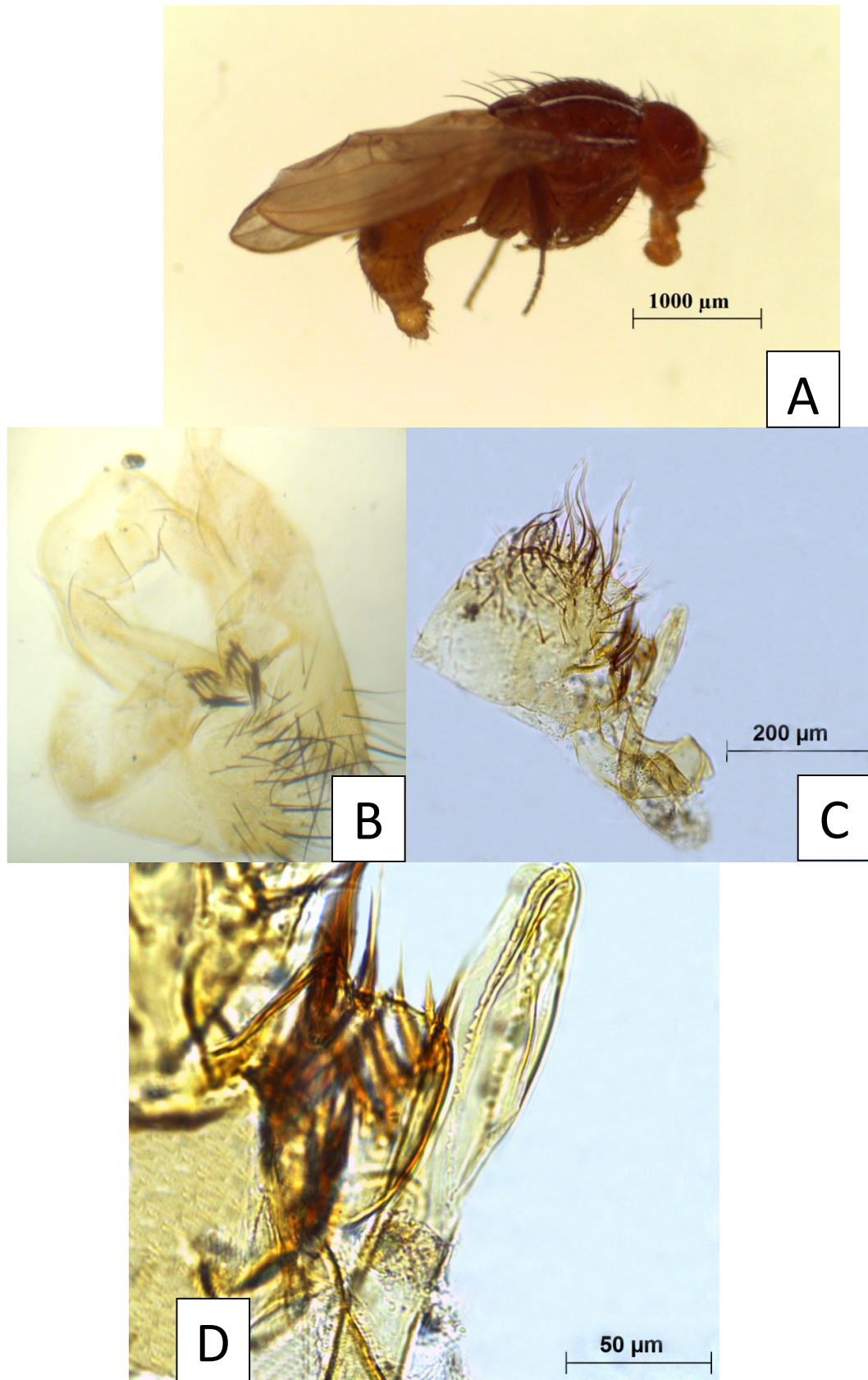


Figura 29. **A.** Adulto macho de *Zaprionus* (16 Aumentos). **B.** Genitalia con presencia de 4 peinetas, vista ventral. (400 Aumentos). **C.** Genitalia, vista lateral. (400 Aumentos). **D.** Distiphallus de macho *Zaprionus*. (400 Aumentos)



Figura 30. Cromosoma politénico de *Zaprionus*. (1000 Aumentos)



Figura 31. Cromosomas politénicos donde se muestra los puffs. (1000 Aumentos)



Figura 32. Orientación del macho al lado de la hembra.



Figura 33. Pateo previo a la cópula.



Figura 34. Intento de cópula.



Figura 35. Cópula.



Figura 36. Signo de rechazo: adultos se separan

TABLAS Y GRAFICAS

Tabla 1. Tiempo de desarrollo del ciclo biológico para cada medio de cultivo.

ESTADOS	MEDIO CLASICO	MEDIO HARINA DE MAIZ	MEDIO SEMOLA
HUEVO	1 día	1 día	1-2 día
LARVA	10-11 días	4-7 días	8-9 días
PUPA	10-16 días	14 días	7 días
TOTAL	20-28 días	19-22 días	17-18 días

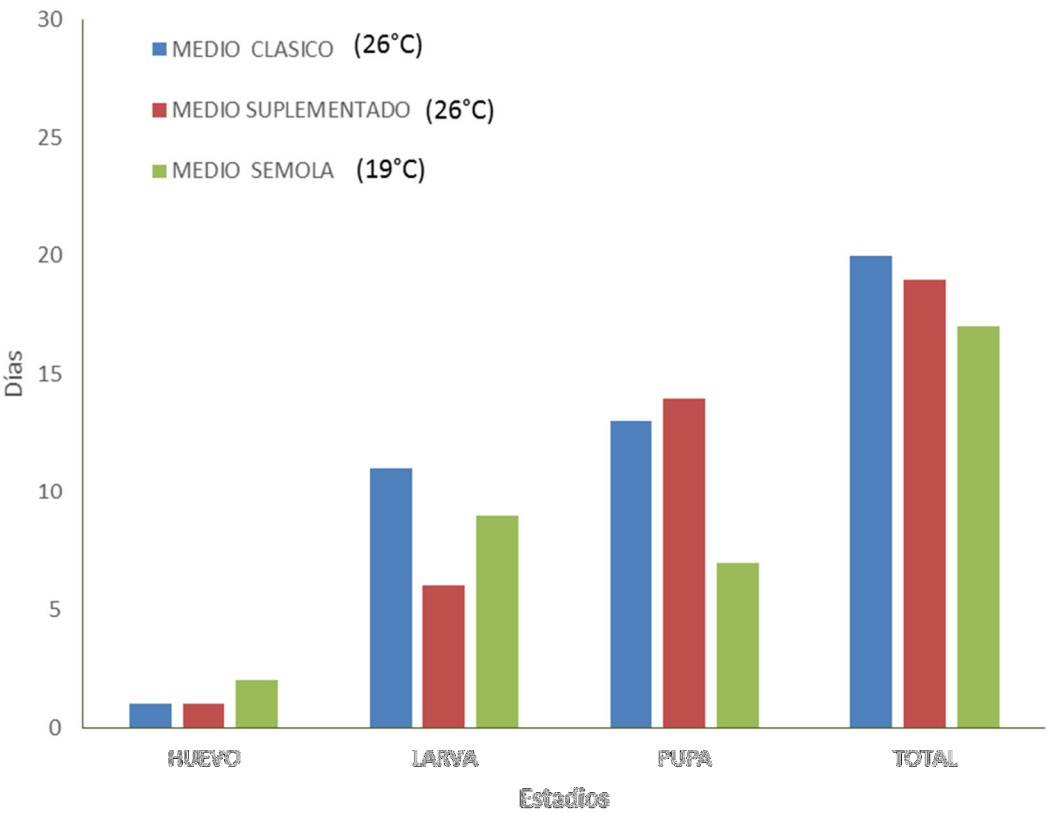


Grafico 1. Comparaciones de tres diferentes medios de cultivo para adaptación al laboratorio.

Tabla 2. Morfometría del estado de huevo de *Zaprionus*.

Replica	Estado	Altura	Ancho	Filamento
1	Huevo	0.875 mm	0.156 mm	0.330 mm
2	Huevo	0.878 mm	0.189 mm	0.379 mm
3	Huevo	0.718 mm	0.166 mm	0.181 mm
4	Huevo	0.725 mm	0.197 mm	0.209mm
5	Huevo	0.725 mm	0.134 mm	0.228 mm
6	Huevo	0.886 mm	0.173 mm	0.270 mm
7	Huevo	0.872 mm	0.166 mm	0.336 mm
8	Huevo	0.836 mm	0.183 mm	0.298 mm
9	Huevo	0.794 mm	0.233 mm	0.241 mm
10	Huevo	0.560 mm	0.162 mm	0.348 mm

Tabla 3. Morfometría de los 3 estadios larvales de *Zaprionus*.

Replica	Estadio	Altura	Ancho
1	Larva I	1.480 mm	0.500 mm
2	Larva I	1.217 mm	0.271 mm
3	Larva I	1.467 mm	0.297 mm
4	Larva I	1.342 mm	0.220 mm
5	Larva I	1.975 mm	0.380 mm
6	Larva I	1.620 mm	0.426 mm
7	Larva I	1.514 mm	0.340 mm
8	Larva I	1.440 mm	0.221 mm
9	Larva I	1.531 mm	0.423 mm
10	Larva I	1.248 mm	0.412 mm
Replica	Estadio	Altura	Ancho
1	Larva II	2.043 mm	0.515 mm
2	Larva II	3.465 mm	0.603 mm
3	Larva II	2.030 mm	0.424 mm
4	Larva II	1.973 mm	0.376 mm
5	Larva II	2.349 mm	0.447 mm
6	Larva II	2.496 mm	0.442 mm
7	Larva II	2.579 mm	0.555 mm
8	Larva II	2.405 mm	0.564 mm
9	Larva II	2.545 mm	0.489 mm
10	Larva II	2.756mm	0.525 mm
Replica	Estadio	Altura	Ancho
1	Larva III	3.680 mm	1.220 mm
2	Larva III	4.198 mm	1.164 mm
3	Larva III	4.037 mm	1.282 mm
4	Larva III	4.619 mm	0.915 mm
5	Larva III	3.353 mm	0.670 mm
6	Larva III	3.279 mm	0.688 mm
7	Larva III	4.367 mm	1.012 mm
8	Larva III	3.836 mm	0.842 mm
9	Larva III	4.023 mm	0.975 mm
10	Larva III	3.892 mm	0.927 mm

Tabla 4. Morfometría del estado pupal de *Zaprionus*.

Replica	Estado	Altura	Ancho
1	Pupa	3.632 mm	1.250 mm
2	Pupa	4.276 mm	1.306 mm
3	Pupa	3.727 mm	1.303 mm
4	Pupa	3.797 mm	1.316 mm
5	Pupa	3.585 mm	1.292 mm
6	Pupa	4.417 mm	1.363 mm
7	Pupa	4.188 mm	1.474 mm
8	Pupa	3.693 mm	1.356 mm
9	Pupa	4.158 mm	1.286 mm
10	Pupa	3.797 mm	1.393 mm

Tabla 5. Dimensiones de hembra *Zaprionus*.

Replica	Sexo	M Long	M Long_ala
1	Hembra	3.677 mm	2.361 mm
2	Hembra	3.918 mm	2.611 mm
3	Hembra	3.218 mm	2.669 mm
4	Hembra	3.982 mm	2.946 mm
5	Hembra	3.709 mm	2.828 mm
6	Hembra	3.688 mm	2.624 mm
7	Hembra	3.467 mm	2.628 mm
8	Hembra	4.284 mm	2.544 mm
9	Hembra	4.511 mm	2.560 mm
10	Hembra	3.948 mm	2.604 mm

Tabla 6. Dimensiones de macho *Zaprionus*.

Replica	Sexo	M Long	M Long_ala
1	Macho	3.270 mm	2.397 mm
2	Macho	3.713 mm	2.621 mm
3	Macho	3.475 mm	2.883 mm
4	Macho	3.267 mm	2.608 mm
5	Macho	3.515 mm	2.585 mm
6	Macho	3.214 mm	2.685 mm
7	Macho	3.536 mm	2.703 mm
8	Macho	3.218 mm	2.509 mm
9	Macho	3.807 mm	2.608 mm
10	Macho	2.734 mm	2.490 mm

Tabla 7. Datos estadísticos de la morfometría de cada estado del ciclo biológico de *Zaprionus*.

	Huevo			Larva I		Larva II		Larva III	
	Altura	Ancho	Filamento	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho
n	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Mín.	0.560 mm	0.134 mm	0.181 mm	1.217 mm	0.220 mm	1.973 mm	0.376 mm	3.279 mm	0.670 mm
Máx.	0.886 mm	0.233 mm	0.379 mm	1.975 mm	0.500 mm	3.465 mm	0.603 mm	4.619 mm	1.282 mm
Promedio	0.787 mm	0.176 mm	0.282 mm	1.483 mm	0.349 mm	2.464 mm	0.494 mm	3.928 mm	0.970 mm
Desv. Est.	105.2176009	26.6410434	66.177967	213.9837064	94.6687547	438.6303	71.34041872	419.885204	208.3991
	Pupa			Macho		Hembra			
	Altura	Ancho		Long. Cuerpo	Long. Ala	Long. Cuerpo	Long. Ala		
n	10	10		10	10	10	10		
Mín.	3.585 mm	1.250 mm		2.734 mm	2.397 mm	3.218 mm	2.361 mm		
Máx.	4.417 mm	1.474 mm		3.807 mm	2.883 mm	4.511 mm	2.946 mm		
Promedio	3.927 mm	1.334 mm		3.375 mm	2.609 mm	3.840 mm	2.637 mm		
Desv. Est.	300.8982684	64.82558326		3375.54	133.0901807	376.9505572	158.2069048		

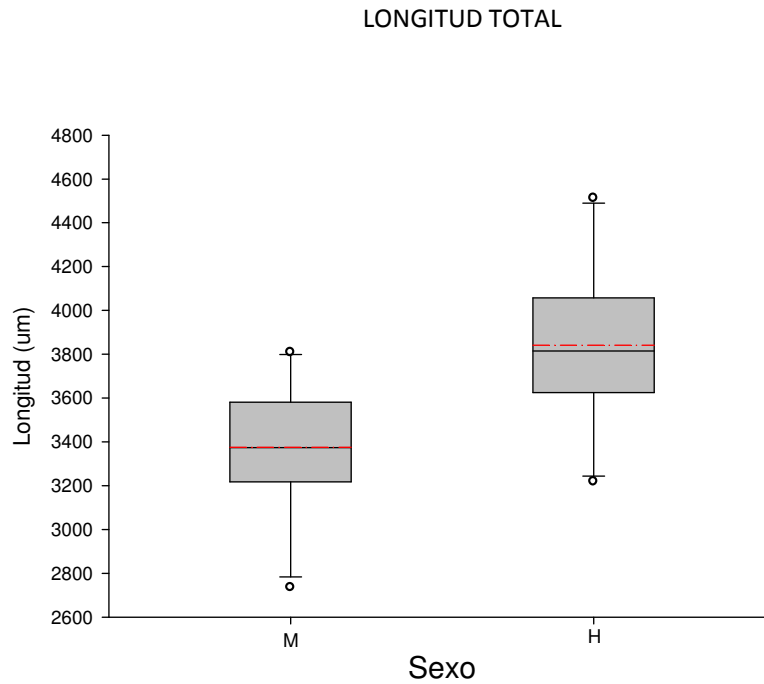


Grafico 2. Comparación a nivel de dimorfismo sexual entre macho (M) y hembra (H) de *Zaprionus* para longitudes del cuerpo.

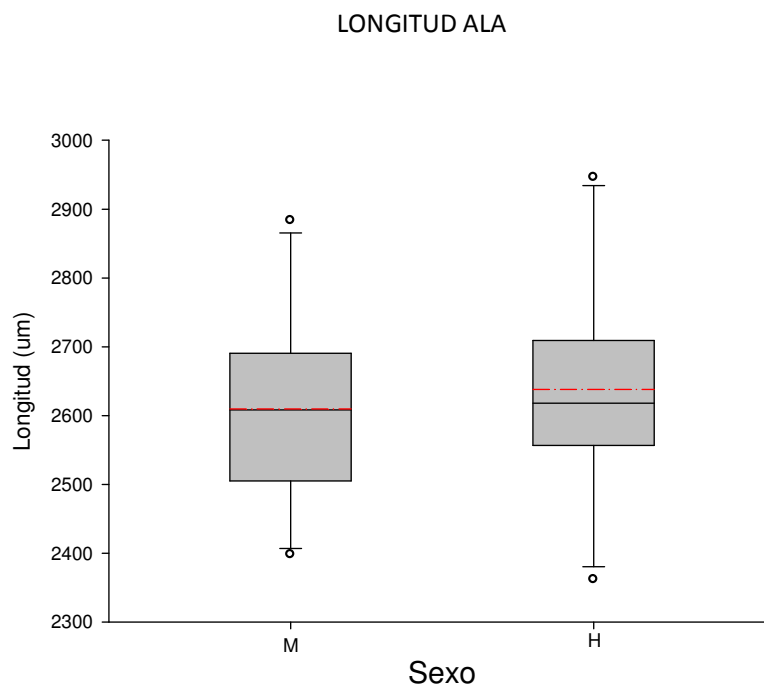


Grafico 3. Comparación a nivel de dimorfismo sexual entre macho (M) y hembra (H) de *Zaprionus* para longitudes de las alas.

Tabla 8. Registro de huevos y puestas de isolineas para hembras silvestres de *Zaprionus*.

Hembra	TOTAL de huevos	Número de puestas
1	134	7
2	114	6
3	112	5
4	63	4
5	65	5
6	100	4
7	48	6
8	45	3
9	47	4
10	43	7
11	24	4
12	36	5

Tabla 9. Prueba estadística de isolineas.

	Total de huevos	Numero de puestas
n	12	12
min	24	3
max	134	7
promedio	69.25	5
Desv. Est.	36.18418791	1.279204298

PREPARACION DE MEDIOS DE CULTIVO

TRADICIONAL

Para 475 mL de agua, se toma la mitad del agua en un beaker y se añade 6g de agar, una vez disuelto el agar se le agrega 10g de levadura y luego 15g de azúcar. Paralelamente la otra mitad de agua se calienta, una vez calentada el agua, se le añade lo disuelto en la primera parte, luego de que hierve se le añade 3.17 mL de ácido propiónico. Se sirve en los frascos y se deja enfriar.

Total para 12 frascos

HARINA DE MAIZ

Para 475 mL de agua, se toma la mitad del agua en un beaker y se añade 6g de agar, una vez disuelto el agar se le agrega 10g de levadura y luego 15g de azúcar. Paralelamente la otra mitad de agua se calienta, una vez calentada el agua, se le añade 60g de harina de maíz, una vez que se disuelve se le agrega lo de la primera parte, luego de que hierve se le añade 3.17 mL de ácido propiónico. Se sirve en los frascos y se deja enfriar.

Total para 12 frascos

SÉMOLA

Para 475 mL de agua, se toma la mitad del agua en un beaker y se añade 6g de agar, una vez disuelto el agar se le agrega 10g de levadura y luego 15g de azúcar. Paralelamente la otra mitad de agua se calienta, una vez calentada el agua, se le añade 60g de sémola, una vez que se disuelve se le agrega lo de la primera parte, luego de que hierve se le añade 3.17 mL de ácido propiónico. Se sirve en los frascos y se deja enfriar.

Total para 12 frascos.